

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Навчально-науковий інститут харчових технологій
Кафедра біотехнології продуктів бродіння і виноробства

«До захисту в ЕК»

Директорці інституту

(підпис) О.В. Кочубей-Литвиненко

« » лютого 2021 р.

«До захисту допущено»

Завідувач кафедри

(підпис) А.М. Куц

« » лютого 2021 р.

МАГІСТЕРСЬКА РОБОТА
на здобуття освітнього ступеня магістра
з спеціальності 181 «Харчові технології»
(шифр та назва спеціальності)
на тему: «Удосконалення технології спирту із дефектної меляси»

Виконала: здобувачка 2 курсу, групи ТБ-1-7М Горобйовська Є. М.
(прізвище та ініціали)

Керівник д.т.н., професор Маринченко В.О.
(прізвище та ініціали)

(підпис)

Рецензент

(прізвище та ініціали)

(підпис)

Засвідчую, що в цій дипломній
роботі немає запозичень із праць
інших авторів без відповідних
посилань

Здобувачка _____
(підпис)

Київ – 2021 р.

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Навчально-науковий інститут харчових технологій
Кафедра біотехнології продуктів бродіння і виноробства
Освітній ступінь - «магістр»
Спеціальність - 181 «Харчові технології»
Спеціалізація - «Технології продуктів бродіння і виноробства»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри біотехнології
продуктів бродіння і виноробства

_____ А.М. Куц

«04» вересня 2020 року

ЗАВДАННЯ

НА МАГІСТЕРСЬКУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧА

Горобйовської Євгенії Миколаївни

_____ (прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Удосконалення технології спирту із дефектної м'яси
Керівник роботи д.т.н., професор Маринченко В.О.

затверджені наказом вищого навчального закладу від 26 жовтня 2020 року № 872-КС

2. Строк подання здобувачем роботи 08 лютого 2021 р.

3. Вихідні дані до роботи: 1. Матеріали зібрані під час переддипломної практики. 2. Методичні рекомендації до виконання магістерських робіт; 3. Дослідити фізико-хімічні показники м'яси дефектної та нормальної; 4. Обрати найбільш оптимальні параметри температури, кислотності середовища, тривалості дріжджогенерування та основного бродіння; 5. Дослідити фізико-хімічні показники м'ясного сусла та дозрілої бражки; 6. Скласти математичну модель процесу і перевірити її адекватність.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної частини (перелік питань, які потрібно розробити) Титульний аркуш. Завдання на роботу. Анотація. Зміст. Вступ. 1. Удосконалення способу приготування сусла з дефектної м'яси, та його зброджування. 2. Об'єкти, методи та методика досліджень. 3. Дослідження способу приготування сусла з дефектної м'яси за допомогою суспензії бентоніту, та його подальше зброджування. 4. Оптимізація технологічного процесу. 5. Економічна ефективність. 6. Охорона праці. 7. Цивільний захист. Висновки та рекомендації. Список використаної літератури. Додатки

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)

Матеріали утворені в процесі досліджень - 7

Таблиці з результатами досліджень - 10

6. Консультанти розділів магістерської роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв

7. Дата видачі завдання 25 жовтня 2019 року

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проекту	Строк виконання етапів проекту	Примітка
1	Літературний пошук та підготовка аналітичного огляду за темою дослідження	29.10.19 – 16.12.19	Виконано
2	Складання планів експериментів, організація робочого місця, підбір і опанування методики визначення показників якості та статистичної обробки отриманих результатів	14.01.20 – 24.02.20	Виконано
3	Експериментальні дослідження меляси	24.02.20 – 12.03.20	Виконано
	1-а атестація		Виконано
4	Підготовка розділу з охорони праці та погодження його з керівником	20.03.20 – 30.03.20	Виконано
5	Підготовка розділу з цивільного захисту та погодження його з керівником	30.03.20 – 17.04.20	Виконано
6	Експериментальні дослідження зброджування м'ясного сусла, аналіз дозрілої бражки, використання бентоніту.	07.09.20-25.10.20	Виконано
6	Оформлення експериментальних даних	30.10.20 – 28.11.20	Виконано
7	Оптимізація технологічного процесу	18.12.20 – 14.01.21	Виконано
8	Розрахунок соціально-економічної ефективності	15.01.21	Виконано
9	Оформлення пояснювальною записки і презентації роботи та подання їх на кафедру	20.01.21 – 05.02.21	Виконано
	2-а атестація		Виконано
10	Попередній розгляд роботи на кафедрі	08.02.21	Виконано
11	Отримання зовнішньої рецензії і підготовка до захисту в ЕК	05.02.20 – 15.02.20	Виконано
12	Захист роботи в ЕК	Згідно графіку	

Здобувачка

Є. М. Горбійовська

Керівник роботи, професор

В.О. Маринченко

АНОТАЦІЯ

Горобйовська Євгенія Миколаївна «Удосконалення технології спирту із дефектної меляси». Магістерська робота на здобуття ступеня магістра за спеціальністю 181 «Харчові технології» спеціалізації «Технології продуктів бродіння і виноробства». Національний університет харчових технологій, Київ 2021.

Данна магістерська робота направлена на дослідження способів обробки сусла з дефектної меляси, для покращення кінцевого виходу спирту. В ході роботи було досліджено два види меляси, дефектну мелясу з Лохвицького спиртового комбінату, та нормальну мелясу, як еталон.

Метою роботи було дослідити ряд способів обробки сусла з дефектної меляси, таких як обробка бентонітовою розводкою, обробка активним вугіллям, а також використання електроактивованої води для приготування м'ясного сусла.

Попередньо встановлено оптимальні температуру, тривалість бродіння, кількість ортофосфатного живлення та кислоти для підкислення та антисептування м'ясного сусла, враховуючи оптимум життєдіяльності дріжджів.

Лабораторні дослідження проводились з використанням бентонітової суспензії.

Робота викладена на 60 сторінках друкованого тексту, містить 10 таблиць і 7 рисунків.

Ключові слова: м'ясне сусло, дріжджегенерація, сухі речовини, оптична густина, бентоніт, дефектна меляса, біомаса дріжджів, меланоїдини, забарвлення.

ANNOTATION

Horobiovska Yevheniia "Improvement of alcohol technology from defective molasses". Master's thesis for a master's degree in specialty 181 "Food Technology" specialization "Technology of fermentation products and winemaking." National University of Food Technologies, Kyiv 2021.

This master's thesis is aimed at studying methods of processing wort from defective molasses, to improve the final yield of alcohol. In the course of the work, two types of molasses were investigated, defective molasses from Lokhvytsia alcohol factory, and normal molasses as a reference.

The aim of the work was to investigate a number of methods of processing wort from defective molasses, such as treatment with bentonite wiring, treatment with activated carbon, as well as the use of electroactivated water for the preparation of molasses wort.

The optimum temperature, duration of fermentation, amount of orthophosphate feed and acid for acidification and antiseptation of molasses wort, considering account the optimum activity of yeast, have been previously established.

Laboratory studies were performed using bentonite suspension.

The work is presented on 60 pages of printed text, contains 10 tables and 7 figures.

Key words: molasses wort, yeast generation, dry matter, optical density, bentonite, defective molasses, yeast biomass, melanoidins, color.

ADNOTACJA

Horobiovska Yevheniia "Poprawa technologii alkoholowej z wadliwej melasy". Praca magisterska na specjalność 181 „Technologia żywności” specjalność „Technologia produktów fermentacji i winiarstwo”. Narodowy Uniwersytet Technologii Żywności, Kijów 2021.

Celem pracy magisterskiej jest zbadanie metod przetwarzania brzezki z wadliwej melasy w celu poprawy końcowej wydajności alkoholu. W trakcie pracy zbadano dwa rodzaje melasy, wadliwą melasę z fabryki alkoholu Lokhvytsia oraz normalną melasę jako odniesienie.

Celem pracy było zbadanie szeregu metod przerobu brzezki z wadliwej melasy, takich jak obróbka przewodami bentonitowymi, obróbka węglem aktywnym, a także wykorzystanie wody elektroaktywowanej do przygotowania brzezki melasowej.

Optymalną temperaturę, czas trwania fermentacji, ilość nadawy ortofosforanowej i kwasu do zakwaszania i odkażania brzezki melasowej, biorąc pod uwagę optymalną aktywność drożdży, ustalono wcześniej.

Badania laboratoryjne przeprowadzono z użyciem zawiesiny bentonitowej.

Praca przedstawiona jest na 60 stronach drukowanego tekstu, zawiera 10 tabel i 7 rycin.

Słowa kluczowe: melasa brzezki, drożdże, sucha masa, gęstość optyczna, bentonit, melasa wadliwa, biomasa drożdżowa, melanoidyny, barwnik.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	8
1 УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ СПИРТУ ІЗ ДЕФЕКТНОЇ МЕЛЯСИ (огляд літератури).....	9
1.1 Меляса, її склад та властивості.....	9
1.1.1 Меляса як відхід цукрового виробництва	9
1.1.2 Хімічний склад меляси.....	11
1.2 Чинники, що впливають на генеративну здатність дріжджів	
1.2.1 Залежність життєдіяльності дріжджів від барвних речовин...	13
1.2.2 Види дріжджів, та їх використання.....	14
1.3 Характеристика матеріалів адсорбуючої дії для зменшення вмісту меланоїдинів і карамелів.....	17
1.4 Характеристика інших відомих способів обробки сусла з меляси, для підвищення його бродильних властивостей	19
2 ОБ'ЄКТИ, МЕТОДИ І МЕТОДИКА ДОСЛІДЖЕНЬ.....	23
2.1 Об'єкти досліджень	23
2.2 Методи досліджень	24
2.3 Методика досліджень.....	26
3 ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ СПИРТУ ІЗ ДЕФЕКТНОЇ МЕЛЯСИ (експериментальна частина).....	27
3.1 Аналіз меляси.....	27
3.2 Дріжджегенерування, попереднє зброджування та підбір оптимальних параметрів.....	27
3.3 Використання бентонітової суспензії для освітлення мелясного сусла.....	30
3.4 Результати дослідів та їх аналіз.....	32
4 ОПТИМІЗАЦІЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ.....	36
5 СОЦІАЛЬНО-ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ РОБОТИ.....	46
6 ОХОРОНА ПРАЦІ.....	47
7 ЦИВІЛЬНИЙ ЗАХИСТ.....	51
ВИСНОВКИ ТА РЕКОМЕНДАЦІЇ.....	55
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ.....	56
ДОДАТКИ	

					Удосконалення технології спирту із дефектної меляси			
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата				
Виконав	Горобйовська Є.М.				Пояснювальна записка	Літ.	Арк.	Акрушів
Перевірів.	Маринченко В.О.						7	60
Зав.кафедр	Куц А.М.					НУХТ, ННІХТ,БПБВ ТБ-2-7М, 2021		
Н.контроль								

ВСТУП

Актуальність теми. З виникненням необхідності інтенсифікації вирощування і переробки цукрового буряка, склад меляси суттєво змінюється в залежності від зміни агротехнічних та технологічних факторів переробки і вирощування цукрових буряків. Ці зміни спровокували дефектність меляси як сировини для спиртової промисловості.

Меляса – це кінцевий побічний продукт, отриманий під час виробництва цукру шляхом повторного випаровування, кристалізації та центрифугування соку цукрових буряків. Чистота меляси настільки низька, що подальша кристалізація цукру не є рентабельною. У складі меляси містяться усі нецукри бурякового походження, які не було усунуто в процесі очищення. Утилізація меляси – дуже важкий процес з економічної, та в першу чергу, екологічної точки зору. Саме тому необхідно забезпечення подальшої переробки меляси.

Найбільш обґрунтованим і рекомендованим способом переробки меляси є використання її як сировини для виробництва етилового спирту. Особливої популярності нині набуло виробництво біопалива, як відновлюваного джерела енергії.

Дефектність меляси виражається у суттєвому зниженні генеративної здатності дріжджів, що унеможлиблюють процес зброджування мелясного суслу.

Виходячи з цього, актуальним є проведення комплексу теоретичних та експериментальних досліджень процесу приготування суслу з використанням дефектної меляси.

Мета і завдання досліджень. Метою даної магістерської роботи є дослідження факторів, що впливають на генеративну здатність дріжджів, та обґрунтування способів приготування мелясного суслу шляхом його освітлення за допомогою адсорбентів, та подальшого зброджування, що дозволить вирішити існуючу проблему. Удосконалення способу приготування виробничих дріжджів.

Відповідно до поставленої мети були визначені наступні завдання:

- Дослідити хімічний склад меляси та описати речовини які негативно впливають на генеративну здатність дріжджів;
- Охарактеризувати матеріали адсорбуючої дії для зменшення вмісту цих речовин;

Об'єкт досліджень – приготування мелясного суслу, та його зброджування.

Предмет дослідження- меляса, мелясне сусло, дріжджі.

Методи дослідження – загальноприйняті у спиртовій промисловості, аналітичні, фізико-хімічні, мікробіологічні.

Наукова новизна роботи. На сьогоднішній день увесь світ занепокоєний жахливою екологічною ситуацією. Розвинуті країни шукають шляхи позбавлення енергетичної залежності світу від викопного палива.

Біопаливо є відновлюваним джерелом енергії, та його виробництво вже налагоджено у США (використовують переважно кукурудзу та сою), Бразилії (використовують мелясу з цукрової тростини, та соєві боби), Германії (використовують насіння рапсу), Аргентині (використовують 19 видів рослин, в тому числі мелясу з цукрової тростини, та кукурудзу) та інших країнах.

Як бачимо джерела для виробництва біопалива варіюються в залежності від регіональних особливостей країн. Україна на минулий рік була забезпечена біопаливом власного виробництва лише на 0,05%. Рішення проблеми та полегшення зброджування м'ясного сула дозволить підвищити цей показник та послабити енергетичну залежність країни.

Структура та обсяг роботи. Магістерська робота викладена на 60 сторінках друкованого тексту: складається із вступу, 7 розділів, висновків, списку використаних джерел та додатку.

1 УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ СПИРТУ ІЗ ДЕФЕКТНОЇ МЕЛЯСИ (огляд літератури)

1.1 Меляса, її склад та властивості

1.1.1 Меляса як відход цукрового виробництва

Меляса являє собою пересичений розчин – який отримують при центрифугуванні. Меляса містить у собі цукрозу, виділення якої методом кристалізації є економічно не вигідним, а також нецукри соку цукрового буряку. Вихід меляси при виробництві цукру з буряку знаходиться в межах 3,5 – 5 % від маси меляси (при розрахунку на безводну речовину). У мелясі міститься приблизно 10 - 15 % від усього цукру, що міститься у буряку.

Розчин меляси є колоїдним, густим, в'язким, має темно-коричневе забарвлення й відносну густину 1,40.

Меляса в спиртовій промисловості використовується здебільшого для виробництва біоетанолу. Для виготовлення біоетанолу можна використовувати й іншу сировину, наприклад зернові культури, зокрема кукурудзу, картоплю, а також нетрадиційну (топінамбур, цикорій, цукрове сорго, насіння амаранту тощо), проте меляса, на теренах України є найбільш економічно доцільною. Собівартість біоетанолу виготовленого з бурякової меляси коштує 0,43 € за один літр.

До складу меляси входить велика кількість зброджуваних цукрів, й інших, необхідних для нормальної життєдіяльності дріжджів речовин. Технологічна схема при цьому спрощується, адже в порівнянні з пшеницею виключаються операції розварювання сировини і оцукрювання крохмалю ферментами солоду або ферментних препаратів, що також суттєво знижує вартість кінцевого продукту. Відсутність нецукреного крохмалю і декстринів, має позитивний вплив на швидкість збродження. У зв'язку з цим вихід спирту (у перерахунку на умовний крохмаль) збільшується, а отже зменшується собівартість й підвищується показник продуктивності праці. При облаштуванні виробництв для виготовлення біоетанолу одразу на цукрових заводах, виникає можливість корегувати частку сировини що направляється на певний процес, відповідно до потреб ринку. Таким чином виготовлення біоетанолу, за умови високого попиту, може бути більш економічно доцільним за виготовлення цукру.

Якісні показники меляси повинні відповідати вимогам зазначеним у нормативному документі, а саме ДСТУ 3696-98 (ГОСТ 30561-98) «Меляса бурякова. Технічні умови» [17].

Дефектність меляси означає невідповідність вище вказаному документу. Причин може бути безліч. Ними можуть бути наприклад наявність таких речовин як рафінози, декстрини або продукти цукроамінної реакції. Також внесення антисептиків перед процесом збродження чи додавання пестицидів та гербіцидів в процесі вирощування цукрового буряку. Дефектною меляса може стати й в наслідок інтенсифікації процесу виробництва цукру, збільшення його виходу.

Однією з найвагоміших проблем процесу зброджування дефектного суслу дріжджами є зниження швидкості зброджування. Цим зумовлені значні втрати незброджених цукрів та додаткові витрати на перегонку, що в кінцевому рахунку провокує підвищення вартості готового продукту.

1.1.2 Хімічний склад меляси

Хімічний склад меляси має залежність від ряду умов, таких як ґрунтово-кліматичні, вегетаційні, кількісна та якісна характеристика добрив. Також вагомий вплив мають способи збирання, час та умови зберігання, технології переробки тощо.

Масова частка сухих речовин у мелясі має становити не менше 70-75%, що складається із 50% цукрів, інші 20-25% відносять до нецукрів. Цукри меляси, в основному, представлені сахарозою, яка повинна складати не менше 43%. Інші ж речовини, що відносяться до цієї групи, представлені інвертним цукром (близько 1%) та рафінозою (0,2%).

Меляса знаходиться у самоконсервованому стані тому здатна довгий час зберігатись у виробничих умовах.

Цукроза і незброджувані цукри.

Вміст цукрози у мелясі може змінюватися від 45 до 50 %, в мелясах деяких партій кількість її досягає 52-54 %. Крім цього, на вміст цукрози суттєво впливають вихідна густина сиропу і кінцева температура кристалізації: чим вища густина і нижча температура (у межах, які допустимі), тим менше у мелясі залишається цукру[12].

Інвертний цукор – це цукроза, що піддалася гідролізу під дією кислот та ферменту сахарази, та розклалась на глюкозу і фруктозу. Кількість інвертного цукру у мелясі невелика (0,03 ...0,5 %), проте зростає впродовж зберігання а в інфікованій мелясі, яка має кислу реакцію, кількість її досягає 5...10 %.

Із трисахаридів у мелясі містяться рафіноза (0,2 %), кестоза й ізокестоза (0,5... 1,6 %), плантеоза (0,01 %). Кількість інших цукрів невелика, можуть або зброджуватись частково, або не зброджуватись взагалі. Зброджуваннями цукрами визначають цукрозу, інвертний цукор та третю частину рафінози.

Розрізняють органічні та мінеральні нецукри. В складі органічних містяться як азотні, так і безазотні сполуки. Другі розкладаються за участі лугу на органічні кислоти й меланоїдини.

Продукти утворені при лужному розкладі цукрів.

Нелеткі забарвлені кислоти утворюються в результаті розкладу інвертного цукру, переважно фруктози.

Меланіни – барвні речовини утворені ще на стадії різки буряків, за участі фенольних сполук (пірокатехін, тирозин) й провокують потемніння дифузійного соку. Так як вони утворені ще до стадій нагрівання, лише

незначна їх кількість переходить у м'ясо. Тому вони не становлять загрози про зброджуванні, і мають незначний вплив на колірність сусла з м'яса [4].

Продукти карамелізації утворюються при обробці дисахариду цукрози і групи моноцукрів за високих температур. Відбувається це переважно при випарюванні та уварюванні цукрового сиропу.

Існує умовний поділ карамелей на карамелан, карамелен і карамелін, в залежності від відсотку втраченої вологи, відповідно 10...10,5% ; 14...15%; 18,5...20%.

Ступінь карамелізації вуглеводів також має залежність від таких факторів як: рН, вологість, концентрація цукрів чи інтенсивність теплової обробки [37,43].

Меланоїдини

Меланоїдини – це речовини, що містять в своєму складі азот, та головним чином провокують забарвлення м'яса. Утворені внаслідок реакції Майяра

Сутність цієї реакції полягає у тому, що низькомолекулярні продукти розпаду білків (пептиди, амінокислоти), що містять вільну аміногрупу ($-NH_2$), можуть вступати в реакцію зі сполуками, до складу яких входить карбонільна група $-C=O$, наприклад, з альдегідами і відновлюючими цукрами (фруктозою, глюкозою), у разі чого відбувається розкладання як амінокислоти, так і цукру. З амінокислоти утворюються альдегід, аміак і диоксид вуглецю, а з цукру-фурфурол і оксиметилфурфурол, які, в свою чергу, вступають в реакції з амінокислотами, утворюють забарвлені продукти, так звані меланоїдини, та при розкладанні перетворюються на органічні кислоти - левуленову та мурашину [18,22].

Меланоїдиноутворення у технології цукроваріння починається вже стадії дефекації та продовжується на стадіях упарювання та уварювання інтенсифікуючись з підвищенням температур [37].

Органічні кислоти

Відомо що утворення летких кислот провокується життєдіяльністю мікроорганізмів. Леткі та нелеткі кислоти знаходяться у м'ясі у вигляді солей калію і кальцію. При підкисленні м'яса мінеральними кислотами з солей утворюються вільні леткі кислоти. Вільні кислоти більш токсичні для дріжджів, ніж їх солі. Інгібуюча дія на дріжджі тим більша, чим більша молекулярна маса кислоти. Відомо що при концентраціях(%): мурашиної 0,3, оцтової 1,5, пропіонової 0,4, масляної 0,15 і капронової 0,19 відбувається зниження виходу спирту [12].

Азотисті речовини.

На цей показник впливає кількість азотистих добрив, кліматичні умови (кількість та частота опадів, температура) й тривалість зберігання буряку від великої кількості добрив та тривалого зберігання кількість

азотистих речовин підвищується. При несприятливих кліматичних умовах – знижується.

Кількість азоту що міститься у мелясі та засвоюється дріжджами, коливається від 12 до 20% від загального азоту. Проте дріжджам достатньо 0,25% засвоюваного азоту.

Амінокислоти переходять у мелясу тільки на 50...60 %. Натомість з амінокислот при бродінні утворюються небажані вищі спирти[12].

Мінеральні речовини

У мелясі містяться карбонати, сульфати, нітрати, хлориди і фосфати катіонів калію, натрію, магнію, алюмінію, заліза, амонію. Вміст зольних елементів у мелясі досягає 10 %. У мелясі переважають карбонати і сульфати, але дуже мало фосфатів, бо вони випадають в осад у цукрово-му виробництві.

У мелясі містяться у невеликих кількостях такі мікроелементи як бор, залізо, кобальт, марганець, мідь, молібден, цинк[12].

Ростові речовини

у невеликій кількості містяться у буряку частково втрачаються при переробці. Виокремлюють біотин, пантотенову кислоту, інозит[12].

1.2 Чинники, що впливають на генеративну здатність дріжджів

1.2.1 Залежність життєдіяльності дріжджів від барвних речовин

Проблема вищеперерахованих барвних речовин, переважно меланоїдинів полягає у тому, як вони взаємодіють із дріжджами під час бродіння. Відомо що у мелясі від 4 до 6% речовин знаходяться у колоїдному стані. Колоїди утворені з забарвленими продуктами реакції Майяра мають позитивний електрокінетичний потенціал. В той час як клітини дріжджів заряджені негативно, тому дріжджі протилежно заряджені й сорбують на своїй поверхні меланоїдини, які ускладнюють обмін речовин і тому життєдіяльність дріжджів, а головне – бродіння. В процесі, дріжджі що працювали у більш забарвленій мелясі, мають темніший колір (рис. 1).



Рис. 1. Дріжджі після фільтрації. Ліворуч – дріжджі що зброджували дефектну мелясу, проаворуч – нормальну.

Також колоїди меляси у великій кількості є причиною піноутворення при зброджуванні мелясного сусла.

Відоме дослідження впливу продуктів утворених при реакції Майяра на дріжджі роду *Saccharomyces cerevisiae*, датоване ще 1981 роком. Дослід проводили за участі фурфуролу, що є попередником більшості барвних речовин [39]. Експеримент полягав у додаванні різної кількості фурфуролу до поживного середовища на якому вирощували культуру дріжджів. У результаті було помічено сповільнення процесу зброджування та зменшення біомаси дріжджових клітин. Як наслідок знижений вихід спирту при максимальних дозах фурфуролу, погіршення процесу бродіння. (рис.2) [35].

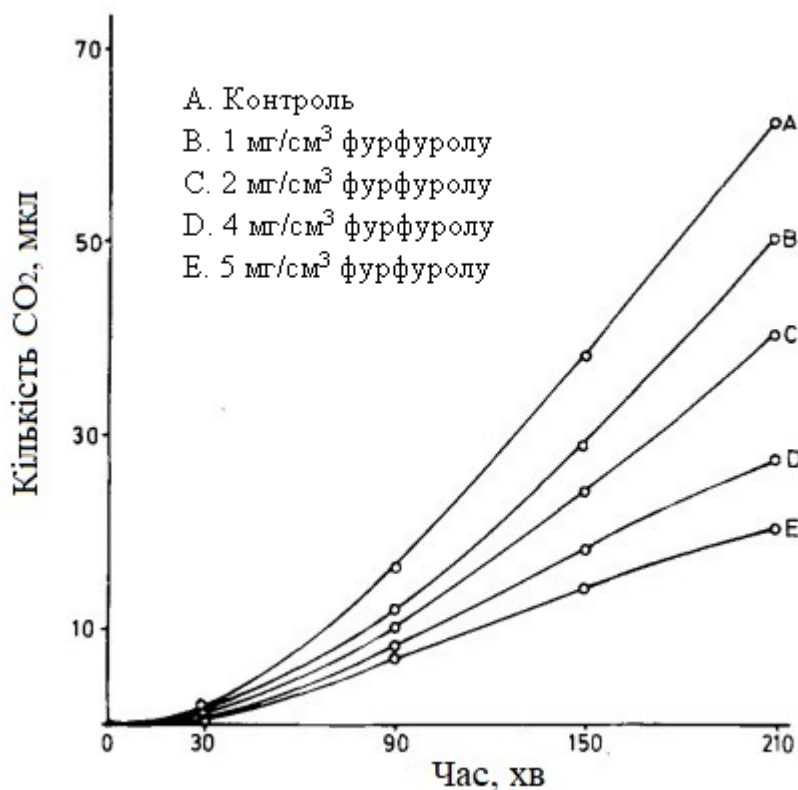


Рис. 2. Залежність процесу бродіння виражена у кількості CO₂ від кількості фурфуролу [35].

1.2.2 Види дріжджів, та їх використання.

Використання ЧКД

Розмноження дріжджів проводять із чистої культури, отриманої із науково-дослідних інститутів і лабораторій. ЧКД надходить у пробірці разом

із стерильним суслим у вигляді запаяної ампули. Готують чисту культуру готують на суслі-желатині (взимку), або на суслі-агарі(влітку) [29].

Стерильним суслим змивають дріжджі із поверхні сусли-агару після витримки пробірки із чистою культурою.

Чисту культуру дріжджів на спиртових заводах, які виробляють спирт за двопотоковою схемою, розмножують поетапно, як вказано на рис. 3

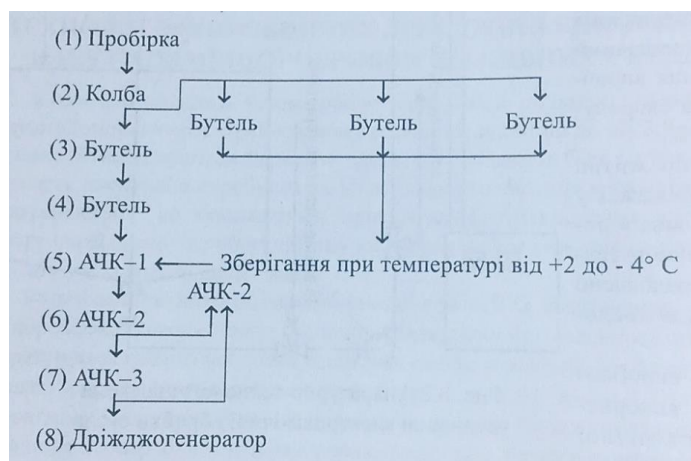


Рис. 3. Схема розмноження ЧКД на виробництві.

Для зброджування м'ясного сусли виведено багато різних рас дріжджів, що можуть відрізнятися за будовою і властивостями. Інколи зброджування проводять одночасно двома расами. Гібриди дріжджів, як правило, утворюють більше біомаси й на 10-12% більше гліцерину при цьому кількість інших продуктів неоднакова[29].

Наприклад, при використанні гібриду 112 у зрілій бражці накопичувалось альдегідів, вищих спиртів і складних ефірів приблизно на 10 – 12 % менше, ніж при використанні раси В. А гібрид 93 утворював альдегідів в 4,3, ефірів в 1,36 рази більше в порівнянні з тією ж расою дріжджів, прийнятою за контрольну[34].

Гібриди накопичують менше насичених сполук (на 10 – 15 %) і значно менше летких азотистих сполук (на 70 - 75 %). Ці домішки характерні для м'ясного спирту, важко виділяються під час ректифікації, внаслідок чого значно погіршується якість спирту. Особливість усіх гібридів – накопичення у зрілій бражці більше органічних кислот у 1,5 – 3 рази [34].

Використання АСД

Замість дріжджових розводок набувають популярності активовані сухі дріжджі (АСД). Вони надходять на підприємство у вигляді порошку або гранул з низьким відсотком вологості в спеціальних запаяних упаковках, без доступу кисню та можливості абсорбувати вологу.

Такі дріжджі отримують шляхом багатостадійного культивування дріжджів на м'ясному середовищі з аерацією, з подальшим відділенням від середовища, пресуванням і гранулюванням. Дріжджі висушують до 8-10% вологості.

При використанні активних сухих дріжджів відсутні додаткові витрати на приготування великих кількостей рідкої розводки ЧКД, зброджування сусла починається раніше. АСД зручніші при використанні, знижується ризик контамінації. В сухому стані АСД здатні зберігатись в холодильнику впродовж року. Препарати виготовляють і упаковують стерильно, що виключає внесення з дріжджами сторонньої мікрофлори, завдяки чому вихід спирту підвищується на 3–5 % за помітного покращання органолептичних показників; дріжджі з високим вмістом ненасичених жирних кислот і трегалози проявляють високу осмо- і спирто толерантність [16].

Всі ці переваги дозволяють суттєво скоротити витрати, та отримати гарантований результат.

Перед внесенням дріжджів у ємність їх регідратують. Регідrataцію дріжджів проводять одразу перед початком зброджування. Для цього в чисту ємність набирають чисту (але не дистильовану) воду температурою 36-38 °С, також можна використовувати мелясне сусло заданої концентрації. Кількість води: 10 л на кожен 1 кг дріжджів. Вносять сухі дріжджі, ретельно перемішують і залишають на 15-20 хвилин, але не менше 10 та не більше 20хв. Після цього дріжджі одразу вносять у бродильну ємність.

Дріжджі DSY46EDV штам *Saccharomyces cerevisiae*, який був спеціально відібраний для використання у ферментації цукру.

Виготовляються компанією Lallemand biofuels & distilled spirit у США або Данії. Їх використовують для зброджування бурякового або тростинного цукру, а також цукрового буряку, соку, цукрової тростини, патоки (меляси).

Проте було встановлено, що сухі дріжджі характеризуються нижчими бродильною активністю і термотолерантністю порівняно зі спиртовими дріжджами 985T [25].

У Львівській Політехніці було проведено дослідження впливу електроактивованої води на регідrataцію сухих спиртових дріжджів, Оскільки електрохімічно активована вода проявляє біологічну дію на мікроорганізми [5].

Фізіологічний стан спиртових дріжджів після їх регідrataції в електрохімічно активованій воді визначали за вмістом клітин із бруньками, глікогеном і клітин, забарвлених метиленовим синім, під час їх культивування у пшеничному суслі.

Результати досліджень показали, що витримування дріжджових клітин у католіті покращує їх фізіологічний стан під час дріжджогенерування у пшеничному суслі. Кількість клітин з бруньками є на 24,3 % більшою порівняно з контролем. Використання аноліту та суміші католіту та аноліту (1:1) для регідrataції дріжджів також веде до зростання кількості клітин з бруньками на 7,1 та 14,3 % відповідно.

Найбільшу кількість глікогену нагромаджують дріжджі, регідратовані в католіті, що на 15,9 % більше, ніж у контролі (дріжджі, оброблені водопровідною водою). Кількість клітин з глікогеном є на 7,6 та 10,3 % більшою при витримуванні їх в аноліті та суміші відповідно порівняно з контролем.

Під час забарвлення розчином метиленового синього для виявлення мертвих клітин можна спостерігати під мікроскопом і до 30 % клітин, забарвлених цим барвником. Проте кількість клітин, забарвлених розчином метиленового синього, може свідчити не лише про кількість мертвих клітин, але й про наявність ослаблених дріжджових клітин, які за сприятливих умов можуть відновлювати свою фізіологічну активність. Щодо кількості забарвлених метиленовим синім клітин дослідження показали, що витримування дріжджів в електрохімічно активованій воді можна зменшити тривалість відновлення їх життєздатності.

Тому регідрація сухих спиртових дріжджів в електрохімічно активованій воді сприяє покращенню їх фізіологічного стану за усіма показниками, зокрема збільшується кількість клітин, які активно розмножуються в експоненціальній фазі, спостерігається більше клітин з глікогеном і менше клітин, забарвлених метиленовим синім [5].

1.3 Характеристика матеріалів адсорбуючої дії для зменшення вмісту меланоїдинів і карамелів та їх застосування

Для зменшення вмісту меланоїдинів та карамелів вже відомі випадки використання різних матеріалів адсорбуючої дії як в Україні, так і в світі.

Цеоліти, бентоніти, палигорськіти, глауконіти, природні сорбенти.

Природні сорбенти широко розповсюджені в надрах України. а завдяки своїм унікальним адсорбційним властивостям можуть ефективно використовуватись в підготовці м'ясного сусла до зброджування. Серед природних адсорбентів найпоширеніші:

- цеоліт – алюмосилікати із загальною хімічною формулою;
- $Me_2/nO \cdot Al_2O_3 \times SiO_2 \cdot yH_2O$, де Me – катіон лужного металу, n – його валентність;
- бентоніт (монтморилоніт) – $(OH)_4Si_8Al_4O_{20} \cdot n(H_2O)$, де H_2O -міжшарова вода;
- глауконіт – $(K,Na,Ca)(Fe^{3+},Al,Fe^{2+},Mg)_2[Al_xSi_{4-x}O_{10}](OH)^*nH_2O$;
- палигорськіт – мінерал, що складається із здвоєних ланцюгів кремнієкисневих тетраедрів, які витягнуті паралельно осі симетрії $Mg_2-5[(H_2O)_2|OH|Si_4O_{10}]2H_2O$.
- активоване вугілля фірми Norit CA1- призначений для освітлення сильно забарвлених речовин у харчовій, хімічній та фармацевтичній промисловості. Добре абсорбує речовини з великою молекулярною масою. Виготовлений із деревини, шляхом хімічної активації фосфорною кислотою.

Обробка Ca і Na бентонітом, проведена словацькими вченими, має можливість знижувати колір і мутність сусла з м'яси [40].

Стаття словацьких вчених опублікована у 2018-му році в журналі LWT - Food Science and Technology, раніше відомому як Lebensmittel-Wissenschaft & Technologie (харчова наука та технології переклад з англійської та

німецької відповідно) висвітлює техніку використання бентонітової суспензії, та передбачає можливі переваги та недоліки процесу.

Скорочення кількості нецукрових з'єднань в патоці цукрових буряків за допомогою різних обробок є багатообіцяючим методом підвищення якості патоки, поліпшення вилучення цукру та запобігання можливих змін під час зберігання. Представлене дослідження було проведено з метою вивчення впливу обробки бентонітом натрію і кальцію на колір бурякової меляси, мутність і неминуче зниження вмісту сахарози в процесі очищення. В експериментальній схемі Боксу-Бенк використовувалися 3 незалежні параметри: рН (3-7), суха речовина меляси (30-50° Brix) і концентрація бентонітової суспензії (9-21 г/л), в той час як температура обробки була постійною (60° C) у всіх проведених експериментах. Більш низькі значення рН і підвищення концентрації бентоніту надали позитивний вплив на колір меляси і зменшення мутності. Відповідні параметри також зробили незначний негативний вплив на вміст сахарози в патоці. У порівнянні з бентонітом кальцію бентоніт натрію показав найкращі результати щодо кольору патоки і зниження мутності. Оптимальними параметрами обробки для досягнення зниження кольору на 29-39% і мутності на 91-98% при мінімальному зниженні вмісту сахарози (5%) були: рН 5,11-5,17, суха речовина меляси 38,5-40,3 ° Brix і концентрація бентоніту 16-21 г/л [40].

Процес проведення аналізу зображено на рис. 4



Рис. 4. Схема обробки сусла суспензією бентоніту[40].

Отже:

- Кислотні умови покращують адсорбційні властивості бентоніту по відношенню до барвників.
- Збільшення концентрації бентоніту (СВ) поліпшує якість патоки.
- Ефективність Na-бентоніту краще в порівнянні з Ca-бентонітом.
- Оптимальні умови: рН ~5, меляса сухої речовини ~40 ° Brix, СВ 16-21 г/л.

Іспанськими вченими було проведено випробування освітлення меляси активованим вугіллям [39].

Дослідження опубліковане у 2016-му році у Chemical Engineering Journal (журнал хімічної інженерії) пояснює процес використання активного вугілля, та визначає основні переваги цього методу[39].

Знебарвлення бурякової меляси з використанням активованого вугілля, подальшою ультрафільтрацією й регенерацією відпрацьованого вугілля тепловими та хімічними методами. Аналізували порошкоподібне активоване вугілля Norit (NPAC). Здатність NPAC до адсорбції сполук темного кольору вивчали при 25 ° С. Зниження кольору більш ніж на 98% було досягнуто при рівновазі з використанням концентрації NPAC 5 г / л суслу з бурякової меляси при рН 3 без спільної адсорбції бетаїну або сахарози. Експерименти по ультрафільтрації з перехресним потоком з NPAC проводилися з використанням трубчастої керамічної мембрани TiO₂ 100 кДа, щоб вибрати оптимальні робочі умови. Експерименти з декількома етапами ультрафільтрації для знебарвлення бурякової меляси і подальшої регенерації виснаженого NPAC розчинами гідроксиду натрію також проводилися в умовах, визначених раніше. На першій стадії знебарвлення при рН 3 було досягнуто високу зниження забарвлення меляси більш 96,5% без адсорбції сахарози, бетаїну, лимонної або молочної кислоти при початковій концентрації NPAC 5 г / л., тиск 100 кПа і витрата сировини 4,24 л / год. Також була отримана гарна регенерація NPAC з втратою здатності видалення кольору нижче 10%[39].

Отже:

- Активоване вугілля / ультрафільтрація широко використовується для знебарвлення меляси.
- Активоване вугілля є ефективним знебарвлюючий засобом для суслу з бурякової меляси.
- Оптимізація процесу обговорюється з точки зору здатності вугілля до знебарвлення.
- Гарна регенерація відпрацьованого деревного вугілля досягається за допомогою розчинів NaOH.
- Втрата здатності знебарвлення для NPAC після регенерації була нижче 10%.

1.4 Характеристика інших відомих способів обробки суслу з меляси, для підвищення його бродильних властивостей.

Додавання кукурудзяного екстракту / автолізу дріжджів

Використання кукурудзяного екстракту одним із шляхів активації суслу. У кукурудзаному екстракті міститься перелік БАР – амінокисли, вітаміни й ферменти. Цей спосіб не має токсичного впливу одержаного лізату на дріжджі. Кукурудзяний екстракт містить значну кількість азоту, фосфору. Містить також невеликий відсоток редуруючих речовин, що

можуть мати негативний вплив на зброджування, але доведено що вони зброджуються не менше ніж на 62% та можуть зброджуватись і повністю.

У дослідженні опублікованому у виданні «Інтеграційні та інноваційні напрямки розвитку харчової індустрії» у 2019-му році відмічено що внесення кукурудзяного екстракту в м'ясне сусло збільшувало вихід спирту в межах від 0,26 до 0,29 % по відношенню до контролю. Позитивний вплив кукурудзяного екстракту на результати бродиння, пов'язують з наявністю біостимулюючих речовин, а не з додатковим вуглеводним харчуванням, адже воно вноситься з кукурудзяним екстрактом в мінімальних кількостях і не може позначитися на виході спирту [3].

Також що добавка кукурудзяного екстракту в кількості 2-3% до маси м'ясного сусла, прискорює процес бродиння на 0,3-0,9% і скорочується час бродиння на 2-3 години.

У цьому ж дослідженні використовували автолізат дріжджів виділений з барди, або з дріжджів в бродильних чанах. Автолізат - , або, як його ще називають, самоперетравлювання, означає розпад дріжджових клітин під дією власних ферментів. Автолізат дріжджів, доданий до м'ясного сусла, проявив себе аналогічно кукурудзяному екстракту, але значно з нижчими показниками[3].

Тому дослідження щодо використання кукурудзяного екстракту у виробництві етилового спирту можуть сприяти вирішенню технологічних задач, пов'язаних з їх інтенсифікацією, а, отже, залишаються своєчасними та актуальними[3].

Електроліз та електроактивування води.

У 2014 році вчені Львівської політехніки, кафедри технології органічних сполук провели дослідження електрохімічного способу оброблення. Об'єктом виступила саме вода, що в подальшому використовувалась для приготування м'ясного сусла[1].

Електрохімічно активовану воду одержували в електролізері Ековод ЕАВ-3К шляхом електролізу водопровідної води. Так, у катодній камері отримували католіт з показником рН 10,8 та окисно-відновним потенціалом (ОВП) -156,0 мВ, а в анодній – аноліт з показником рН 3 та ОВП 120,0 мВ. Об'єктом досліджень була нативна м'яса з такими показниками – вміст сухих речовин 81%, показник рН 8,6, ОВП -120,1 мВ та дріжджі виду *Saccharomyces cerevisiae* (Quickferm Super). М'ясу розводили електрохімічно активованою водою в трьох варіаціях : анолітом – варіант 1, католітом – варіант 2, водопровідною водою - як контроль. На одну частину м'яси використовували 7 частин води. У цих зразках м'ясного середовища з додаванням необхідної кількості поживних солей здійснювали дріжджогенерування[1].

Надалі вивчали динаміку бродиння м'ясного сусла, приготовленого за аналогічними варіантами при розведенні 1:3. Маса виділеного карбон діоксиду при цьому збільшується на 5-8% у порівнянні з контролем. Результати досліджень дріжджогенерування та зброджування м'ясного

сусла з використанням електрохімічно активованої води свідчать про позитивний вплив на ці процеси. Питома швидкість розмноження дріжджів зростає в 1,5-2,5 разів в католіті та аноліті відповідно. Таким чином, технологічні показники дріжджогенерування та зброджування м'ясного суслу, одержаного на основі аноліту та католіту (електрохімічно активованої води), є кращими у порівнянні з контролем, що підтверджує ефективність її використання для біоконверсії м'яса [1].

Також цей спосіб дозволяє уникнути використання кислот (хлоридна або сульфатна) та антисептиків (хлорне вапно, формалін) для пригнічення сторонньої мікрофлори. Зазначені кислоти можуть бути токсичними щодо дріжджових клітин і викликати плазмолітичну дію [1].

Задовго до цього, в 1995 році схоже дослідження було проведене в НУХТі.

було проведено ряд дослідів з метою вивчення впливу процесу електроактивації на вихід спирту з бражки і накопичення в ній побічних і вторинних продуктів бродіння [4].

Електрохімічну обробку м'ясної розсиропки проводили в електроактиваторі з напівпроникною перегородкою. Де анода був з титану з активним покриттям (азотнокислий марганець і двоокис рутенію), а катод – титан без активного шару, діафрагма з неактивованого тканинного матеріалу "бельтинг".

Зброджування м'ясного суслу проводили методом "бродильної проби". Вуглеводний склад зрілої бражки визначали фотоелектроколориметричним методом з резорцином. Проводили 5 варіацій зброджування суслу з різними значеннями рН, від 3 до 5. В якості контролю використовували м'ясне сусло, підкислене згідно існуючої технології до рН 5,0 сірчаною кислотою [4].

В ході дослідів було отримано як позитивні так і негативні результати тому встановлено, що ефективність впливу електричного поля залежить від його характеристик, підбором яких можна отримати як інгібуючий, так і стимулюючий ефект на життєдіяльність виробничих штамів дріжджів.

Також було встановлено, що за всіма показниками бражки і бражних дистилятів, отриманих при зброджуванні обробленого в ЕА м'ясного суслу до рН 5,0; 4,5; 4,0; 3,5; 3,0, найбільш оптимальним значення рН є 5,0 - 4,5 [4].

Данні дослідження дозволили використання альтернативних теплових способів стерилізації суслу, так як спосіб теплової стерилізації та кислотного антисептування м'яса провокує інактивацію ферментів, внаслідок чого значна кількість крохмалю недооцукрюється і не зброджується. Недоліком цього способу є також використання дорогих кислот, корозіювання обладнання [4].

Висновок:

Отже, за умови подальшого використання некондиційної м'яса, існує ряд способів обробки м'ясного суслу, які можуть посприяти у цьому. Деякі

способи можуть забезпечити пришвидшення бродіння або збільшення виходу спирту, деякі дозволяють уникнути використання шкідливих для дріжджів, а також для довкілля речовин, деякі дозволяють спростити технологію виробництва та замінити ряд процесів одним. Метою досліджень було виявлення можливих причин погіршення процесу дріжджегенерації і зброджування дефектної м'яси та методи, що можуть бути використаними для покращання показників м'ясного сусла.

Відповідно до мети, були сформульовані такі завдання:

- проаналізувати літературні дані про дефектні м'яси та їх вплив на вирощування мікроорганізмів, визначити можливі причини погіршення процесу зброджування;
- дослідити процес освітлення сусла з дефектної використовуючи бентоніт;
- дослідити процес освітлення сусла з дефектної м'яси використовуючи вугілля;
- визначити вплив використання електроактивованої води на зброджування некондиційної м'яси;

Об'єкт дослідження:

М'яса із Лохвицького спиртового комбінату, якісні показники м'яси, м'ясного сусла та дозрілої бражки. Вплив осаджувачів, та електроактивованої води.

2 ОБ'ЄКТИ, МЕТОДИ ТА МЕТОДИКА ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1 Об'єкт досліджень

Об'єктом досліджень – є технологія виготовлення та оброблення сусла з меляси. Вплив технології на зброджування сусла та вихід спирту.

Основними *предметами*, досліджень є:

- мелясне сусло концентрацією 12 і 34 %;
- бентоніт;
- дріжджі DSY46EDV.

У процесі виконання експериментальної частини роботи використовували такі *прилади та устаткування*:

- аерометри;
- аналітичні ваги;
- рефрактометр лабораторний;
- рН метр;
- термостат;
- фотоелектрокалориметр КФК–2;
- вакуум-насос;
- термометри;
- установка для перегонки.

Також використовували такий *лабораторний посуд*:

- конічні колби;
- круглодонні колби;
- мірні колби;
- мірні стакани;
- мірні циліндри;
- пробірки;
- скляні палички;
- скляні воронки;
- водяні холодильники;
- повітряні холодильники;
- воронка Бюхнера;
- колба Бунзена;
- кювети для колориметричного визначення;
- кювети для поляриметричного визначення;
- кислотні затвори [11].

Використані *реактиви*:

- оцтовокислий свинець;
- тіосульфат натрію;
- гідроксид натрію;
- фенолфталеїн;

- оцтова кислота;
- соляна кислота;
- реактив Герлеса I;
- реактив Герлеса II;
- реактив Офнера;
- антисептик;
- карбамід [9];
- ортофосфатна кислота [10];
- вода дистильована.

2.2 Методи дослідження

В ході роботи було проведено освітлення сусла за допомогою бентоніту, та його подальше зброджування. Впродовж процесу були проведено ряд аналізів для визначення впливу бентонітової розводки на м'ясне сусло та його зброджування.

Дослідження були проведені у науково-дослідній лабораторії ННІХТ, кафедри біотехнології продуктів бродіння і виноробства, НУХТ.

Для досліджень використовували два види м'яси. Дефектна м'яса, за показником кольорності з Лохвицького спиртового заводу, та нормальна м'яса, як еталон.

Дослідження м'яси проводились відповідно до вимог ДСТУ 3696:98: «М'яса бурякова. Технічні умови.» [17].

Принципова технологічна схема процесу освітлення та подальшого зброджування м'ясного сусла наведена на рис.5.

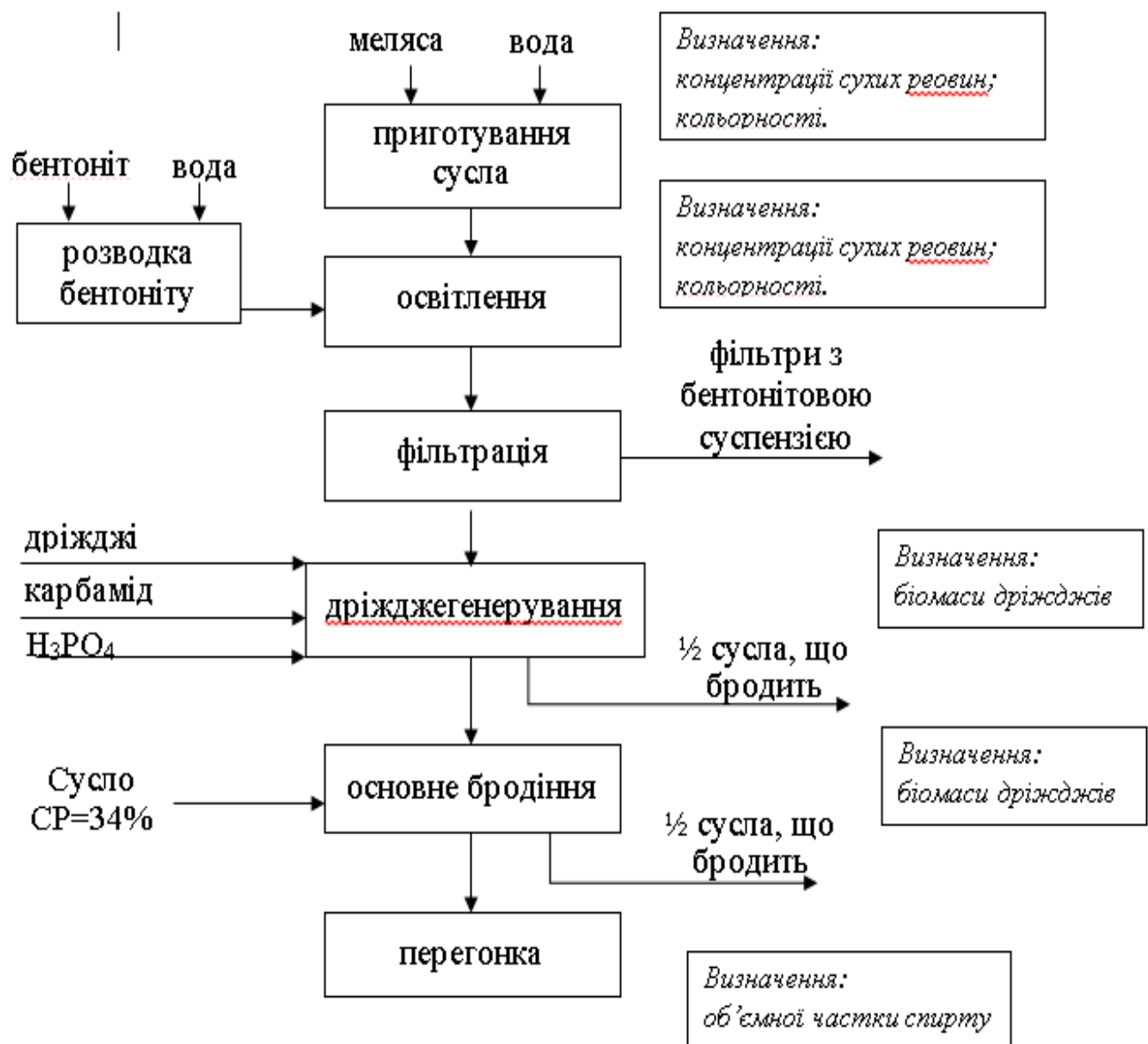


Рис. 5. Принципова технологічна схема освітлення м'ясного сусла за допомогою бентоніту, та його подальше зброджування.

2. 3 Методика проведення досліджень.

Аналіз меляси.

Фізико-хімічні показники.

1. Масова частка сухих речовин – рефрактометрично[19];
2. Масова частка сахарози – поляриметрично[19];
3. Масова частка суми цукрів, що зброджуються – резорциновий метод[30];
4. Величина рН – за допомогою рН –метру[19];
5. Колірність – Фотоелектрокалориметрично[30].

Аналіз дозрілої бражки

1. Концентрація цукрів – резорциновий метод[30];
2. Біомаса дріжджів – гравіметрично з вакуум-насосом[19];

Концентрація спирту – методом перегонки, ареометрично[19].

З УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ПРИГОТУВАННЯ СПИРТУ ІЗ ДЕФЕКТНОЇ МЕЛЯСИ (експериментальна частина)

3.1 Аналіз меляси.

В ході роботи було проаналізовано фізико-хімічні показники двох зразків меляси. Регламентовані показники меляси подано у табл. 1

Табл. 1. Регламентовані показники меляси.

Показник	Нормативний показник ДСТУ 3696-98 (ГОСТ 30561 – 98)	Зразок 1 нормальна меляса	Зразок 2 дефектна меляса
Масова частка сухих речовин, %	не менше 70-75%	72	70
Масова частка сахарози, %	не менше 43	47	45
Масова частка суми цукрів, що зброджуються, %	Не менше 44	48	40
Величина рН	6,8-7,2	6,9	7
Кольоровість за ФЕК, % до світлопропускання води, не більше	30	30	50

Визначено що дефектна меляса не відповідає ДСТУ 3696-98 переважно за показником кольорності. За всіма іншими показниками меляса відповідно нормі, або відрізняється від норми не суттєво.

За органолептичним аналізом дефектна меляса суттєво відрізняється від нормальної за кольором. Стороннього запаху у обох зразках меляси не виявлено. Зразок 2 за консистенцією більш рідкий, та в ньому швидше відшаровується та осідає цукор. У зразку 1 помічено великий об'єм піни на поверхні меляси, у тарі, в той час, як у зразку 2 піна на поверхні майже відсутня.

При приготуванні суслу та зброджуванні натомість, із зразком 1 не виникало жодних проблем, а зразок 2 постійно пінився, і залишав забруднення на лабораторному посуді при зброджуванні.

3.2 Дріжджегенерація, попереднє зброджування та підбір оптимальних параметрів.

Для аналізування було використано два види меляси. Дефектна меляса із Лохвицького спиртового комбінату, та як еталон нормальна меляса.

Дослід 1. Виявлення оптимальної кислотності мелясного сусла для життєжильності дріжджів

Прилади і посуд:

ваги лабораторні загального призначення, термостат, рефрактометр, рН-метр, конічні колби місткістю 500 см³, хімічні стакани місткістю 100 см³ та 400 см³, мірна колба місткістю 250 см³, піпетки, гідрозатвори.

Реактиви:

кислота сірчана, кислота ортофосфатна, карбамід.

Техніка аналізу:

Для аналізу було використано два види меляси, і по одному паралельному зразку на кожен дослід. Усього 8 колб.

В хімічний стакан місткістю 100 см³ відважують наважку меляси (35,5 г для нормальної меляси та 36,8г для дефектної меляси, що при наявній кількості сухих речовин в мелясі та розведенні на 250 см³ води відповідатиме суслу концентрацією 12% сухих речовин), кількісно переносять у мірну колбу на 250 см³, доводять до мітки. Перевіряють кількість сухих речовин за допомогою рефрактометра. Переносять вміст мірної колби у хімічний стакан, додають сірчану кислоту в двох варіаціях: кількості необхідній для рН 4,0 та 3,3.

Рівень рН контролюють за допомогою рН-метру. попередньо розчиняють у воді карбамід з розрахунку норми 0,6г/дм³. Та окремо ортофосфатну кислоту.

Додають карбамід та ортофосфатну кислоту в заданих кількостях.

Сусло із живленням переносять у конічну колбу на 500 см³, та задають дріжджі.

Приготування дріжджової розводки.

Було прийнято норму внесення 3г/1дм³ сусла. На одну пробу місткістю 250

см³ необхідно внести 0,75г дріжджів.

$$0,75 \times 8 = 6\text{г}$$

На аналітичних вагах у хімічному стакані на 100см зважують 6г дріжджів, додають 60 см³ чистої, кип'яченої, але не дистильованої води, температурою 36-38°C, ретельно перемішують, залишають не менше ніж на 10 хвилин, але не більше ніж на 15. Чистою сухою піпеткою задають в кожному колбу по 7,5 см³ дріжджової розводки.

Колби закривають гідрозатворами, зважують на аналітичних вагах та поміщають у термостат, попередньо розігрітий до $t = 27-29^{\circ}\text{C}$ на 20 годин. Впродовж періоду дріжджегенерування відслідковують об'єм CO₂, періодично зважуючи колби (кожні 3-6 годин).

Через 20 годин зброджування сусла припиняють, та аналізують бражку за показниками біомаси дріжджів та концентрацією спирту.

Дослід 2. Виконання попереднього зброджування для порівняння нормальної та дефектної меляси

Прилади і посуд:

Ваги лабораторні загального призначення, термостат, рефрактометр, рН-метр, конічні колби місткістю 500 см³, хімічні стакани місткістю 100 см³ та 250 см³, мірна колба місткістю 200 см³, піпетки, гідрозатвори.

Реактиви

кислота сірчана, кислота ортофосфатна, карбамід.

Техніка аналізу.

Для аналізу було використано два види меляси, і по два паралельні зразки на кожен вид меляси. Усього 6 колб.

В хімічний стакан місткістю 100 см³ відважують наважку меляси (28.40 г для нормальної меляси та 29,44г для дефектної меляси, що при наявній кількості сухих речовин в мелясі та розведенні на 200 см³ води відповідатиме суслу концентрацією 12% сухих речовин), кількісно переносять у мірну колбу на 200 см³, доводять до мітки. Перевіряють кількість сухих речовин за допомогою рефрактометра. Переносять вміст мірної колби у хімічний стакан, додають сірчану кислоту в кількості необхідній для рН 4.0. Рівень рН контролюють за допомогою рН-метру.

Попередньо розчиняють у воді карбамід з розрахунку норми 0,6г/дм³. Та окремо ортофосфатну кислоту.

Додають карбамід та ортофосфатну кислоту в заданих кількостях.

Сусло із живленням переносять у конічну колбу на 500 см³, та задають дріжджі.

Приготування дріжджової розводки.

Норма внесення (коефіцієнт пітчингу) буде залежати від процесу, але як правило, діапазон від 10 до 50 г на 100 дм³ сусла для меляси та цукрового соку.

Для чистого бурякового цукру: 100-150г на 100 дм³.

Було прийнято збільшити норму внесення до 3г/1дм³ сусла. На одну пробу місткістю 200 см³ необхідно внести 0,6 г дріжджів.

$$0,6 \times 6 = 3.6\text{г}$$

На аналітичних вагах у хімічному стакані на 100 см³ зважують 3,6г дріжджів, додають 36-40 см³ чистої, кип'яченої, але не дистильованої води, температурою 36-38°C, ретельно перемішують, залишають не менше ніж на 10 хвилин, але не більше ніж на 15. Чистою сухою піпеткою задають в кожному колбу по 6,0 см³ дріжджової розводки.

Колбу закривають гідрозатвором, зважують на аналітичних вагах та поміщають у термостат, попередньо розігрітий до $t = 27-29^\circ\text{C}$ на 20 годин. Впродовж періоду дріжджегенерування відслідковують об'єм CO₂, періодично зважуючи колби (кожні 3-6 годин).

Через 20 годин проводять остаточне зважування, обережно та ретельно перемішують вміст колби не знімаючи гідрозатвор, відвівши носик від себе, аби запобігти втраті спирту та інших летких речовин, окрім CO₂.

Відкривають гідрозатвор та відбирають 100 см³ сусла що бродить, замість цього додають 100 см³ м'ясного сусла концентрацією сухих речовин 34%.

Для приготування сусла відважують наважку м'яси (32,8г для нормальної м'яси, та 32,2г для дефектної) розчиняють у воді та кількісно переносять у колбу на 100 см³, доводять до мітки. Після додвання сусла колбу повторно зважують, та повертають у термостат на головне бродіння ще на дві доби (48 год). Впродовж цього часу слідкують за кількістю виділеного CO₂, періодично зважуючи колби.

Відібрану частину сусла використовують для визначення біомаси дріжджів за методикою[19].

Через 48 годин сусло знімають з бродіння. Проводять остаточне зважування. Проводять аналіз зрілої бражки, визначають біомасу дріжджів, концентрацію спирту за методикою[19].

3.3 Використання бентонітової суспензії для освітлення м'ясного сусла

Дослід 3. Освітлення м'ясного сусла за допомогою бентоніту, та його подальше збродження.

Прилади і посуд:

Ваги лабораторні загального призначення, термостат, рефрактометр, рН-метр, конічні колби місткістю 500 см³, хімічні стакани місткістю 100 см³ 400 см³ та 700 см³, мірна колба місткістю 250 см³ та 500см³, піпетки, гідрозатвори, колба конічна місткістю 500 см³, циліндр місткістю 100 см³.

Реактиви:

кислота сірчана, кислота ортофосфатна, карбамід, бентоніт, дистильована вода.

Техніка аналізу.

Приготування розводки бентоніту.

Для аналізу використовують розчин бентоніту концентрацією 2%

На аналітичних вагах відважують наважку бентоніту в кількості 10г , переносять в хімічний стакан місткістю 700 см³, додають 300-350 см³ гарячої дистильованої води ретельно перемішуючи бентоніт. Залишають на дві доби для набухання.

Через дві доби вміст стакану ретельно перемішують, кип'ятять впродовж 10 хв для повного розчинення бентоніту, охолоджують до 20°C, переносять в мірну колбу на 500 см³ та доводять дистильованою водою до мітки. Для зберігання вміст колби переносять у конічну колбу місткістю 500 см³.

Освітлення м'ясного сусла.

Для освітлення було використано лише зразок дефектної м'яси.

Приготовано 4 проби м'ясного сусла концентрацією сухих речовин 12% , та 4 проби для паралельного визначення. Всього 8 колб.

В хімічний стакан місткістю 100 см³ відважують наважку м'яси (29,44г що при наявній кількості сухих речовин в м'ясі та розведенні на 200

см³ води відповідатиме суслу концентрацією 12% сухих речовин), розводять у невеликій кількості води приблизно 50-70 см³ та кількісно переносять у циліндри. У перший зразок не додають бентоніт, він є контрольним, і його доцільно готувати одразу перед зброджуванням. У три наступні по чергово додають розводку бентоніту в кількості 10, 30 і 50 см³ що відповідає 0,2; 0,6 та 1г бентоніту відповідно.

Сусло із бентонітом залишають для відстоювання на дві доби.

Через дві доби, верхній шар освітленого сусла фільтрують через складчастий фільтр обережно зливаючи сусло, аби не перемішати його із бентонітом, осад фільтрують за допомогою вакуумного насоса, змінюючи фільтр якомога частіше, для пришвидшення процесу. Осад промивають водою для збереження сухих речовин.

Обидва фільтрати одного зразку поєднують, переносять у мірну колбу на 200 см³, доводять до мітки.

У суслі перевіряють показник кольорності за ФЕК а також вміст сухих речовин за допомогою рефрактометра.

Після цього мелясне сусло зброджують впродовж трьох діб, як це вказано у методиці досліду 2.

На рис. 6 зображено процес освітлення сусла з бентонітовою суспензією.



Рис. 6. Процес освітлення сусла з використанням суспензії бентоніту.

3.4 Результати дослідів та їх аналіз

Результати дослідів 1 подано у табл 2.

№ колби	Зразок м'яса	pH	біомаса дріжджів, г/дм ³	Середній показник біомаси дріжджів, г/дм ³
1	нормальна	4,0	28	29,5
2		4,0	31	
3		3,3	12	13
4		3,3	14	
5	дефектна	4,0	26	24
6		4,0	22	
7		3,3	13	12
8		3,3	11	

Табл. 2. Результати дослідів 1. Виявлення оптимальної кислотності м'ясного сусла для життєживності дріжджів.

Визначено, що використані у роботі дріжджі DSY46EDV штам *Saccharomyces cerevisiae* не є кислотостійкими та не здатні витримувати низьку кислотність. Визначено оптимум кислотності м'ясного сусла, що становить 4,0 з можливою похибкою 0,2 в бік зниження кислотності.

Також визначено що нормальна м'яса має вищий показник біомаси дріжджів, ніж дефектна. Проте обидва зразки м'яса мають показник біомаси дріжджів в межах норми.

При визначенні об'ємної частки спирту обидва зразки при pH 4,0 мають 6% об спирту. Для зразків з pH 3,3 визначення спирту не проводилось.

Результати дослідів 2 подано у табл 3 та табл 4

Табл 3. Показник біомаси дріжджів нормальної та дефектної меляси.

№ колби	Зразок меляси	Біомаса дріжджів при дріжджегенеруванні, г/дм ³		Біомаса дріжджів у зрілій бражці, г/дм ³	
1	нормальна	26,7	27,3	17,4	16,6
2		28,2		16,2	
3		27		16,4	
4	дефектна	26	26,9	25,2	25,2
5		27,6		24,6	
6		27,2		26	

Табл 4. Показник концентрації мпирту нормальної та дефектної меляси.

№ колби	Зразок меляси	Концентрація спирту, % об.	Середній показник Концентрація спирту, % об.
1	нормальна	7,2	7
2		7	
3		6,8	
4	дефектна	6,8	6,6
5		6,6	
6		6,4	

За результатами досліджень встановлено, що обидва зразки меляси мають в нормі показник біомаси дріжджів при дріжджегенеруванні. Натомість, при аналізі біомаси дріжджів у зрілій бражці, показник біомаси дріжджів у першому зразку дещо нижчий.

При аналізуванні концентрації спирту визначено, що у дефектній мелясі спирту утворилося менше ніж у нормальній. Проте важливо відзначити, що різниця концентрації спирту є незначною, й обидва зразки меляси мають показники що знаходяться в межах норми.

Результати досліду 3 подано в табл 5 та 6.

Табл. 5. Показники мелясного суслу після освітлення бентонітовою суспензією та фільтрації.

Номер зразку	Кількість бентоніту		Оптична густина		Кількість сухих речовин, %
	г	см ³ , 2-% бентонітової суміші			
1	-		70,82	71,6	12
2			72,38		12
3	0,2	10	72,86	73,48	9
4			74,09		9,5
5	0,6	30	77,9	76,42	7
6			74,94		7,5
7	1	50	79,30	80,04	8,5
8			80,78		7

Табл. 6. Показники бражки збродженої з суслу обробленого бентонітом.

Номер зразку	Біомаса дріжджів при дріжджегенеруванні, г/дм ³		Біомаса дріжджів у зрілій бражці, г/дм ³		Концентрація спирту, % об.	
1	30,6	32,9	37,8	38,2	7	7
2	35,2		38,6		7	
3	26,9	29,4	33,7	33,45	5	5
4	32,2		33,2		5	
5	27,6	25,5	29,1	28,75	0	0
6	23,4		28,4		0	
7	26,4	26,3	26,5	26,4	0	0
8	26,2		26,3		0	

За результатами дослідження встановлено, що бентоніт дійсно здатен освітлити мелясне сусло, але процес відокремлення бентоніту від суслу супроводжується великими втратами сухих речовин.

Сусло, що пройшло обробку бентонітом, здатне накопичити біомасу дріжджів, але в процесі головного бродіння не зброджується.

Таким чином можна зробити висновок, що у результаті обробки бентонітом тим способом, що вказаний у роботі втрати сухих речовин суттєво впливають на життєдіяльність дріжджів.

Також через фізичні властивості бентоніту виникають складнощі у відфільтровуванні сусла для розділення речовин. Бентоніт широко використовують у виноробстві, але в цьому випадку значну частку сусла з бентонітом залишають на дні, обережно зливаючи лише верхній шар, для того, щоб уникнути перемішування рідин. В данному випадку це зробити неможливо, адже це призведе до ще більших втрат сухих речовин.

Можливо також готувати сусло, перед застосуванням бентонітової розводки, із вищою концентрацією цукрів, з урахуванням втрат, так, щоб після осадження мати задану кількість сухих речовин. Проте цей спосіб може бути економічно не вигідним.

Наразі, було проведено недостатньо досліджень, аби встановити, як саме цей спосіб впливає на подальший процес бродіння. Не встановлено чому бродіння припинилося вже після дріжджегенерації, й додавання основного сусла.

4 ОПТИМІЗАЦІЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ

Нижче представлено модель чорного ящика процесу зброджування м'ясного суслу й описано основні вхідні фактори, які впливають на процес.

Основними вхідними факторами, які будуть змінюватись в процесі дослідження визначено: оптичну густину, кількість бентоніту, кислотність.

Досліджуваним параметром в даному процесі виступає кінцева концентрація спирту.

Модель чорного ящика процесу зброджування м'ясного суслу на подано рис. 7



Рис. 7 Модель чорного ящика процесу зброджування м'ясного суслу, попередньо обробленого бентонітом

В даному випадку параметр концентрації спирту має вигляд поліноміальної функції:

$$C = f(D, m, pH)$$

Вхідні фактори:

X_1 – оптична густина, %;

X_2 – кількість бентоніту, г;

X_3 – кислотність

Вихідний параметр:

y_u – концентрація спирту, % об.

Складання математичної моделі

Шляхом переходу від дійсних значень факторів до кодованих, обрано вид поліноміальної функції:

$$\hat{y} = f(x_1, x_2, x_3),$$

де $\hat{y}$ – функція відгуку, концентрація спирту, % об;

x_1 – оптична густина, %;

x_2 – кількість бентоніту, г;

x_3 – кислотність

Спланована кількість дублюючих дослідів $m = 3$.

Застосовано один з найпоширеніших методів планування експерименту, що має назву: «повний факторний експеримент (ПФЕ) виду 2^3 ».

Вихідні значення подано в табл. 8

Таблиця 8 - Вихідні значення

Фактор x_i	Нульовий рівень	Інтервал варіювання	Верхній рівень	Нижній рівень
x_1	86	5	81	71
x_2	0,5	0,5	1	0
x_3	3,9	0,1	4	3,8

- 1) Рівняння регресії для трьохфакторного експеримента має вигляд:

$$\hat{y} = b_0 + b_1 \cdot x_1 + b_2 \cdot x_2 + b_3 \cdot x_3 + b_{12} \cdot x_1 \cdot x_2 + b_{13} \cdot x_1 \cdot x_3 + b_{23} \cdot x_2 \cdot x_3 + b_{123} \cdot x_1 \cdot x_2 \cdot x_3;$$

- 2) Робоча матриця планування подана в табл 4.2
- 3) Експеримент було здійснено у відповідності з матрицею плану.

$$\sum_{u=1}^N S_u^2 = 0,79$$

Таблиця 9 - Матриця планування

Досліди N=8	x ₀	Фактори							Вихідна функція				Розрахунок	
		x ₁	x ₂	x ₃	x ₁ x ₂	x ₁ x ₃	x ₂ x ₃	x ₁ x ₂ x ₃	y _{u1}	y _{u2}	y _{u3}	$\bar{y}_u$	S _u ²	$\hat{y}_u$
1	+	+	+	+	+	+	+	+	0,8	0,7	0,5	0,7	0,025	2,301
2	+	+	+	-	+	-	-	-	0,3	0,45	0,6	0,45	0,023	0,975
3	+	+	-	+	-	+	-	-	5,8	6,3	6,7	5,9	0,42	1,963
4	+	+	-	-	-	-	+	+	4,9	4,6	5,1	4,9	0,065	3,913
5	+	-	+	+	-	-	+	-	2,1	1,8	2,3	2,1	0,065	1,313
6	+	-	+	-	-	+	-	+	1,5	1,8	2	1,8	0,065	2,951
7	+	-	-	+	+	-	-	+	6,2	6,3	6,1	6,2	0,01	7,875
8	+	-	-	-	+	+	+	-	5,9	6,3	6,5	6,1	0,12	6,549

Перевірено однорідність дисперсій:

а) розрахунок дисперсії дублюючих дослідів для кожного рядка матриці плану, (табл. 4.1), за рівнянням:

$$S_u^2 = \frac{1}{m-1} \cdot \sum_{k=1}^m \left(y_{u,k} - \bar{y}_u \right)^2,$$

де m – кількість паралельних дослідів; m = 3;

k – поточний номер паралельного дослідів; k=1...m;

y_{u,k} – експериментальні значення вихідного параметра за результатами k-го паралельного u-го дослідів;

$\bar{y}_u$ – середнє значення вихідного параметру за результатами паралельних дослідів u-го номеру досліду, тобто для u від 1 до N = 8:

$$\bar{y}_u = \frac{1}{m} \cdot \sum_{k=1}^m y_{u,k}$$

$$S_1^2 = \frac{1}{3-1} \left[(0,8-0,7)^2 + (0,7-0,7)^2 + (0,5-0,7)^2 \right] = \frac{1}{2} [0,1+0+0,04] = 0,025;$$

$$S_2^2 = \frac{1}{3-1} \left[(0,3-0,45)^2 + (0,45-0,45)^2 + (0,6-0,45)^2 \right] = \frac{1}{2} [0,023+0+0,023] = 0,023;$$

$$S_3^2 = \frac{1}{3-1} \left[(5,8-5,9)^2 + (6,3-5,9)^2 + (6,7-5,9)^2 \right] = \frac{1}{2} [0,01+0,16+0,64] = 0,42;$$

$$S_4^2 = \frac{1}{3-1} \left[(4,9-4,9)^2 + (4,6-4,9)^2 + (5,1-4,9)^2 \right] = \frac{1}{2} [0+0,09+0,04] = 0,065;$$

$$S_5^2 = \frac{1}{3-1} \left[(2,1-2,1)^2 + (1,8-2,1)^2 + (2,3-2,1)^2 \right] = \frac{1}{2} [0+0,09+0,04] = 0,065;$$

$$S_6^2 = \frac{1}{3-1} \left[(1,5-1,8)^2 + (1,8-1,8)^2 + (2,0-1,8)^2 \right] = \frac{1}{2} [0,09+0+0,04] = 0,065;$$

$$S_7^2 = \frac{1}{3-1} \left[(6,2-6,2)^2 + (6,3-6,2)^2 + (6,1-6,2)^2 \right] = \frac{1}{2} [0+0,01+0,01] = 0,01;$$

$$S_8^2 = \frac{1}{3-1} \left[(5,9-6,1)^2 + (6,3-6,1)^2 + (6,5-6,1)^2 \right] = \frac{1}{2} [0,04+0,04+0,16] = 0,12;$$

б) визначено найбільше значення $S_{u \max}^2$ (3-й дослід) з усіх розрахованих раніше:

$$S_{u \max}^2 \cong 0,42;$$

в) розраховано суму дисперсій:

$$\sum_{u=1}^N S_u^2 = 0,025 + 0,023 + 0,42 + 0,065 + 0,065 + 0,065 + 0,01 + 0,12 = 0,79$$

г) розраховано критерій Кохрена:

$$G_{\max} = \frac{S_{u \max}^2}{\sum_{u=1}^N S_u^2} = \frac{0,42}{0,79} = 0,5316$$

д) вибрано табличне значення критерія Кохрена G_T для значення ступенів свободи $f_1 = m-1 = 3-1 = 2$ та $f_2 = N = 8$ для рівня значущості $\alpha = 5\%$.

$$G_T(f_1, f_2) = 0,8159;$$

е) перевірено виконання умови:

$$G_{\max} < G_T(f_1, f_2), \text{ а саме: } G_{\max} = 0,5316 < G_T(f_1, f_2) = 0,8159;$$

є) одже, дисперсії вихідного параметру в паралельних дослідах є однорідними, тобто отримані експериментальні дані є відтворюваними.

9) Розраховано загальну похибку всього експерименту, тобто середнє арифметичне значення дисперсій у восьми точках факторного простору:

$$S_0^2 = \frac{1}{N} \cdot \sum_{u=1}^N S_u = \frac{1}{N \cdot (m-1)} \sum_{u=1}^N \sum_{k=1}^m \left(y_{u,k} - \bar{y} \right)^2 = \frac{1}{8} \cdot \sum_{u=1}^8 S_u^2 = \frac{1}{8} \cdot 0,79 = 0,0988$$

10) Розраховано коефіцієнти рівняння регресії:

$$b_0 = \frac{1}{N} \cdot \sum_{u=1}^N x_{i,u} \cdot \bar{y}_u$$

$$b_0 = \frac{1}{8} \cdot (0,7 + 0,45 + 5,9 + 4,9 + 2,1 + 1,8 + 6,2 + 6,1) = 3,519;$$

$$b_1 = \frac{1}{N} \cdot \sum_{u=1}^N x_{i,u} \cdot \bar{y}_u$$

$$b_1 = \frac{1}{8} \cdot (0,7 + 0,45 + 5,9 - 4,9 + 2,1 - 1,8 - 6,2 - 6,1) = -1,231;$$

$$b_2 = \frac{1}{N} \cdot \sum_{u=1}^N x_{i,u} \cdot \bar{y}_u$$

$$b_2 = \frac{1}{8} \cdot (0,7 + 0,45 - 5,9 + 4,9 - 2,1 + 1,8 - 6,2 - 6,1) = -1,556$$

$$b_3 = \frac{1}{N} \cdot \sum_{u=1}^N x_{i,u} \cdot \bar{y}_u$$

$$b_3 = \frac{1}{8} \cdot (0,7 + 0,45 - 5,9 - 4,9 - 2,1 - 1,8 + 6,2 + 6,1) = -0,156$$

$$b_{12} = \frac{1}{N} \cdot \sum_{u=1}^N x_{i,u} \cdot x_{j,u} \cdot \bar{y}_u$$

$$b_{12} = \frac{1}{8} \cdot (0,7 - 0,45 + 5,9 + 4,9 - 2,1 - 1,8 + 6,2 - 6,1) = 0,906;$$

$$b_{13} = \frac{1}{N} \cdot \sum_{u=1}^N x_{i,u} \cdot x_{j,u} \cdot \bar{y}_u$$

$$b_{13} = \frac{1}{8} \cdot (0,7 - 0,45 + 5,9 - 4,9 - 2,1 + 1,8 - 6,2 + 6,1) = 0,106;$$

$$b_{23} = \frac{1}{N} \cdot \sum_{u=1}^N x_{i,u} \cdot x_{j,u} \cdot \bar{y}_u$$

$$b_{23} = \frac{1}{8} \cdot (0,7 - 0,45 - 5,9 + 4,9 + 2,1 - 1,8 - 6,2 + 6,1) = 0,069;$$

$$b_{123} = \frac{1}{N} \cdot \sum_{u=1}^N x_{i,u} \cdot x_{j,u} \cdot x_{k,u} \cdot \bar{y}_u$$

$$b_{123} = \frac{1}{8} \cdot (0,7 - 0,45 - 5,9 - 4,9 + 2,1 + 1,8 + 6,2 - 6,1) = 0,819;$$

11) Записано перетворене рівняння регресії:

$$\hat{y} = 3,519 + (-1,231 \cdot x_1) + (-1,556 \cdot x_2) + (-0,156 \cdot x_3) + 0,906 \cdot x_1 \cdot x_2 + 0,106 \cdot x_1 \cdot x_3 + 0,069 \cdot x_2 \cdot x_3 + 0,819 \cdot x_1 \cdot x_2 \cdot x_3;$$

12) Перевірка значущості коефіцієнтів регресії, що характеризують лінійні ефекти та ефекти парної взаємодії:

а) визначено дисперсію коефіцієнтів регресії:

$$S_{b,i}^2 = \frac{S_0^2}{N \cdot m} = \frac{0,0988}{8 \cdot 3} = 0,0041;$$

де N – кількість дослідів за планом;

m – кількість паралельних дослідів;

i – поточний номер коефіцієнта.

б) визначено відхилення будь-якого коефіцієнта:

$$\Delta b_i = \pm S_{b,i} \cdot t_T = \pm t_T \cdot \sqrt{S_{b,i}^2} = \pm 2,12 \cdot \sqrt{0,0041} = \pm 0,1357$$

де $S_{bi} = \sqrt{S_{b,i}^2}$; t_T – табличне значення критерія Стюдента для ступенів

свободи $f_1 = N \cdot (m-1) = 8 \cdot (3-1) = 16$ та рівня значущості $\alpha = 5\%$, $t_T = 2,12$;

в) розраховано значення критерія Стюдента для коефіцієнту регресії,

$t_{b,i}$:

$$t_{bi} = \frac{|b_i|}{S_{bi}} = \frac{|b_i|}{\sqrt{0,0041}} = \frac{|b_i|}{0,064},$$

$$t_{b0} = \frac{3,519}{0,064} = 54,98;$$

$$t_{b1} = \frac{1,231}{0,064} = 19,23;$$

$$t_{b2} = \frac{1,556}{0,064} = 24,31$$

$$t_{b3} = \frac{0,156}{0,064} = 2,44;$$

$$t_{b12} = \frac{0,906}{0,064} = 14,16$$

$$t_{b13} = \frac{0,106}{0,064} = 1,66;$$

$$t_{b23} = \frac{0,069}{0,064} = 1,08;$$

$$t_{b123} = \frac{0,819}{0,064} = 12,79$$

г) перевірка умови значущості кожного з коефіцієнтів регресії, а саме: $t_{bi} > t_T$; виконання цієї умови дає підставу констатувати значущість відповідного і-го коефіцієнту.

В данному випадку значущими можна вважати коефіцієнти регресії b_0 , b_1 , b_2 , b_3 , b_{12} , b_{123} тобто коефіцієнти при x_1 , x_2 , x_3 , $x_{1,2}$, $x_{1,2,3}$.

13) остаточний вигляд отриманого рівняння регресії:

$$\hat{y} = 3,519 + (-1,231 \cdot x_1) + (-1,556 \cdot x_2) + (-0,156 \cdot x_3) + 0,906 \cdot x_1 \cdot x_2 + 0,819 \cdot x_1 \cdot x_2 \cdot x_3;$$

14) Розраховано значення вихідного параметру $\hat{y}_i$ за отриманим рівнянням для всіх 8 дослідів і подано в таблиці 4.1

$$\hat{y}_1 = 3,519 + (-1,231) + (-1,556) + (-0,156) + 0,906 + 0,819 = 2,301;$$

$$\hat{y}_2 = 3,519 + (-1,231) + (-1,556) - (-0,156) + 0,906 - 0,819 = 0,975;$$

$$\hat{y}_3 = 3,519 + (-1,231) - (-1,556) + (-0,156) - 0,906 - 0,819 = 1,963;$$

$$\hat{y}_4 = 3,519 + (-1,231) - (-1,556) - (-0,156) - 0,906 + 0,819 = 3,913;$$

$$\hat{y}_5 = 3,519 - (-1,231) + (-1,556) + (-0,156) - 0,906 - 0,819 = 1,313;$$

$$\hat{y}_6 = 3,519 - (-1,231) + (-1,556) - (-0,156) - 0,906 + 0,819 = 2,951;$$

$$\hat{y}_7 = 3,519 - (-1,231) - (-1,556) + (-0,156) + 0,906 + 0,819 = 7,875;$$

$$\hat{y}_8 = 3,519 - (-1,231) - (-1,556) - (-0,156) + 0,906 - 0,819 = 6,549;$$

15) Перевірка адекватності отриманого рівняння регресії на адекватність дійсному процесу:

а) розраховано залишкову дисперсію:

$$S_{\text{зал}}^2 = \frac{m}{f_1} \cdot \sum_{u=1}^N (\bar{y}_u - \hat{y}_u)^2,$$

де f_1 – число ступенів свободи:

$$f_1 = (N \cdot m - l) = (N \cdot m - (n + 1)) = (8 \cdot 3 - (5 + 1)) = 24 - 6 = 18;$$

$\bar{y}_n$ – середнє дослідне значення вихідного параметру в кожному досліді

$\hat{y}_n$ – розраховане за рівнянням регресії значення вихідного параметру.

$$\begin{aligned} S_{\text{зал}}^2 &= \frac{3}{18} \cdot \left[(0,7 - 2,30)^2 + (0,45 - 0,98)^2 + (5,9 - 1,96)^2 + \right. \\ &\quad \left. + (4,9 - 3,91)^2 + (2,1 - 1,31)^2 + (1,8 - 2,95)^2 + \right. \\ &\quad \left. + (6,2 - 7,88)^2 + (6,1 - 6,55)^2 \right] = \\ &= \frac{3}{18} \times [2,56 + 0,28 + 15,5 + 0,97 + 0,79 + 1,32 + 2,81 + 0,2] = \\ &= 4,0717; \end{aligned}$$

б) Розраховано значення критерія Фішера:

$$F_p = \frac{S_{3al}^2}{S_0^2} = \frac{4,0717}{0,0988} = 41,21$$

в) За таблицями, для степенів свободи $f_1 = (N \cdot m - l) = (8 \cdot 3 - (5 + 1)) = 18$ для чисельника та $f_2 = N \cdot (m - 1) = 8 \cdot (3 - 1) = 16$ для знаменника, та для рівня значущості $\alpha = 5\%$, обрано значення критерія Фішера:

$$F_{T(f_1, f_2)} \cong 2,35;$$

г) Перевірено умову адекватності:

$$F_p = 41,21 > F_{T(f_1, f_2)} = 2,35$$

Одже, отримане рівняння є адекватним (відповідним) дослідженому процесу.

Перехід від безрозмірних (кодованих) значень факторів до їх натуральних значень.

$$x_1 = \frac{D - 86}{5}$$

$$x_2 = \frac{m - 0,5}{0,5}$$

$$x_3 = \frac{T - 3,9}{0,1}$$

$$\hat{y} = E_k$$

Натуральні значення факторів до наявного рівняння:

$$C = 3,519 + (-1,231 \cdot (\frac{D - 86}{5})) + (-1,556 \cdot (\frac{m - 0,5}{0,5})) + (-0,156 \cdot (\frac{T - 3,9}{0,1})) + 0,906 \cdot (\frac{D - 86}{5}) \cdot (\frac{m - 0,5}{0,5}) + 0,106 \cdot (\frac{D - 86}{5}) \cdot (\frac{T - 3,9}{0,1}) + 0,813 \cdot (\frac{D - 86}{5}) \cdot (\frac{m - 0,5}{0,5}) \cdot (\frac{T - 3,9}{0,1});$$

Рівняння спрощено до такого вигляду:

$$C = 32,33 - 1,56 \cdot m - 1,23 \cdot D - 0,16 \cdot T + (-1 + m) \cdot (-15,58 + 0,91 \cdot D) + (-39 + T) \cdot (-1,82 + 0,11 \cdot D) + (-1 + m) \cdot (-39 + T) \cdot (-13,98 + 0,81 \cdot D)$$

Спрощене рівняння є універсальною моделю.

Отримане значення похибки свідчить про те, що отримане рівняння регресії залежності показника об'ємної частки спирту забезпечується сушом оптична густина якого знаходиться в межах 81-86%, що відповідає кількості бентоніту від 0 до 1 при кислотності суша 3,8–4,0.

5 СОЦІАЛЬНО-ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ РОБОТИ

Наразі майже уся меляса з українських цукрових підприємств має певний ступінь дефектності. Єдиний наявний вихід – це закуповування нормальної меляси у інших країн та часткове поєднання з дефектною мелясою. Тому виникнення дієвого способу обробки мелясного сусла дозволить зменшити витрати на виробництво біоетанолу.

Зараз в Україні є близько 13 виробників біоетанолу. Шість із них працюють досить успішно – Зарубінський, Гайсинський спиртзаводи, приватні заводи Екоенергія та Фазор, а також Узинський і Гнідавський цукрові заводи. За минулий рік вони виробили 80 тис. т біоетанолу, який пішов на виробництво альтернативного палива.

В Україні при річному виробництві 2 млн т цукру обсяг виробництва меляси складає 500 тис. т, із них 100 тис. т витрачається на виробництво дріжджів, а решта – на спирт та етанол. Із залишків меляси можна виробити 100 тис. т біоетанолу.

Таблиця 10. Аналіз існуючих видів сировини для виробництва біоетанолу в Україні, станом на 2019 рік [45].

Сировина	Характеристика сировини	Витрати сировини, т/т Et	Вартість сировини, (без ПДВ), євро/т	Собівартість Et (без ПДВ), євро/т
Суша кукурудза	Крохмаль — 65%	3	120	0,45
Сира кукурудза	Крохмаль — 65%	3	100	0,4
Бій зерна	Крохмаль — 60%	3	80	0,35
Пшениця	Крохмаль — 50%	3,4	150	0,6
Меляса	Цукор — 46%	3,8	59,3	0,32

Отже меляса є найбільш доступною сировиною, а з барди, що утворюється в процесі доцільно виробляти біогаз.

Більш детальний розрахунок вартості впровадження певної технології, можливий при подальшому виконанні досліджень.

6 ОХОРОНА ПРАЦІ

Відповідно до ст. 28 Закону України "Про охорону праці", п. 41 п. 4 Розпорядження про Міністерство надзвичайних ситуацій України, затвердженого Указом Президента України від 6 квітня 2011 р. 402 "Про затвердження принципу захисту праці при роботі в хімічних лабораторіях" [21].

Приміщення хімічних лабораторій своїм розташуванням, обладнанням та плануванням відповідають вимогам будівельних норм, санітарних норм, інструкцій з проектування конструкцій підприємств, будівель та споруд хімічної промисловості.

Пожежна безпека. Категорії лабораторних приміщень відносяться до категорії В за пожежею, вибухом та небезпекою вибуху, а згідно з ПУЕ - до класів вибуху 02. Будівлі лабораторій мають принаймні другий ступінь вогнестійкості.

У хімічних лабораторіях є основні засоби пожежогасіння (сухі пісочниці, вогнегасники, протипожежні щити з негорючий теплоізоляційного матеріалу тощо), місця розташування яких є орієнтовними знаками відповідно до ДСТУ ISO 6309: 2007 «Захист від пожежі . Знаки безпеки. Форма та колір. (ISO 6309: 1987, IDT) та ГОСТ 12.4.026-76 "SSBT. Сигнальні кольори та знаки безпеки »(далі - ГОСТ 12.4.026-76).

Кожен працівник лабораторії знає, які речовини, матеріали та обладнання знаходяться у можливій зоні джерела займання та які вогнегасники можна використовувати.

Вентиляція. Розробляючи лабораторні вентиляційні системи, дотримуйтесь норм та норм, що забезпечують безпечний та ефективний повітрообмін. Лабораторна система вентиляції допомагає створити безпечний мікроклімат та повітряне середовище для лабораторних досліджень або тренувань.

Лабораторія обладнана витяжкою з верхньою та нижньою витяжкою та бортом, що запобігає витіканню рідини на підлогу. У лабораторії, крім загального припливно-витяжного та місцевого вихлопного обміну з лабораторного кабінету, є пристрої для природної вентиляції (вікна, затвори). Швидкість руху повітря з відкритими витяжками та ввімкненою вентиляцією повинна бути не менше 0,5 м / с, а при роботі з їдкими, токсичними речовинами - не менше 1,0 м / с.

Основні вимоги до вентиляційних систем:

створювати нормовані параметри повітряного середовища в робочій зоні приміщення;

не вводити забруднене повітря в приміщення ззовні або всмоктуючи забруднене повітря із сусідніх приміщень;

не створюйте протягів або різкого охолодження на робочому місці;

бути доступним для управління та ремонту під час експлуатації;

не створювати додаткових незручностей під час експлуатації, бути економічними, вибухобезпечними, не заважати технологічним операціям, не впливати на якість продукції.

Поверхні парт та ліфтів покриті негорючими та антикорозійними матеріалами та обладнані бортами [20].

Освітлення. Приміщення хімічних лабораторій обладнані природним, штучним та комбінованим освітленням залежно від характеристик візуальних робіт відповідно до вимог ДБН В.2.5-28-2006 "Природне та штучне освітлення". Місцеве освітлення слід використовувати разом із загальним освітленням. Використовувати лише місцеве освітлення заборонено.

Працівники експлуатують освітлювальні прилади відповідно до вимог ГОСТ 12.2.007.0-75 «ССБТ. Електротехнічна продукція. Загальні вимоги безпеки».

Робота з хімічними реагентами. Глиняні баки ємністю від 10 до 15 літрів для зливу використаних розчинів, використаних реагентів та інших непотрібних рідин, а також кошики для розбитого скла, паперу та сухого сміття встановлюються за столами та раковинами.

Всі реактиви в лабораторії зберігаються в контейнері з ярликом із зазначенням їх складу та концентрації. Зберігання реагентів без ярликів заборонено. У разі хімічного опіку кислотами та лугами поблизу робочих місць є пристрої для промивання гідрантів для промивання уражених ділянок. Мінімальний час: 15 хвилин, потім - нейтралізуйте опік розчином лугу або кислоти.

Усі роботи в хімічній лабораторії проводяться з використанням ефективних електричних приладів, обладнання, електропроводки та заземлень (нулів). Наразі студентам заборонено працювати у лабораторії без нагляду викладача або лаборанта.

У лабораторії є медичний набір з ліками (заповнений лікарем), а також респіратори та протигази з фільтром для захисту в надзвичайних ситуаціях.

В кінці зміни працівник лабораторії перевіряє та організовує робоче місце, та обладнання, а останній працівник, який вийшов із лабораторії, перевіряє, чи закриті газові крани, та відключені всі електричні пристрої. Обов'язково повинні бути вимкнуті всі джерела світла; ключі від лабораторії здаються на вахту.

при перегонці з та холодильниками Лібіха, спочатку увімкніть воду, а потім увімкніть газовий пальник після встановлення режиму циркуляції води.

Шум і вібрація. Рівень шуму в хімічних лабораторіях не повинен перевищувати норми (60 дБА), встановлені державними гігієнічними нормами промислового шуму, ультразвуку та інфразвуку, згідно чинного законодавства [20].

Вібраційна безпека забезпечується дотриманням стандартів, затверджених Державними санітарними стандартами загальної та місцевої

вібрації, за ДСТУ ГОСТ 12.1.012: 2008 "ССБТ. Небезпека вібрації. Загальні вимоги".

Електрична охорона. Всі електричні пристрої, електроінструменти з напругою більше 36 В, а також пристрої та механізми, що можуть працювати під напругою, надійно заземлені. Випробування електроінструментів та обладнання проводяться згідно з вимогами НРАОР 40.1-1.32-01.

Засоби захисту від статичної електрики в зонах пожежної небезпеки кожного класу для запобігання іскроутворення відповідають вимогам "Правил безпечної експлуатації споживачами електрообладнання" Комісії з охорони праці Міністерства праці та соціальної політики.

Провідні металеві та неметалеві конструкції, системи зв'язку та виробництва мають електростатичне заземлення.

У разі збою живлення всі пристрої негайно вимикаються.

У разі пожежі електричні кабелі та обладнання під напругою відключаються від електромережі та гасяться вуглекислими вогнегасниками відповідно до зазначених вимог.

Вимоги до обладнання під тиском. Напірні прилади для контролю роботи та техніки безпеки оснащені:

- запірні та запірні арматури;
- манометри;
- прилади для вимірювання температури;
- пристрої, що захищають від підвищення тиску вище допустимого значення;
- Показники рівня.

Щоб уникнути гідравлічних ударів, паровий пристрій, який подається в парову сорочку, оснащений каналізацією для конденсату.

Вакуумні прилади мають вакуумметр, що забезпечує безпечне вирівнювання тиску в приладі з атмосферним тиском.

Контейнер, який розрахований на тиск, нижчий за тиск джерела живлення, має автоматичний регулятор з манометром у лінії подачі та запобіжний пристрій, який встановлюється на нижчому рівні тиску за регулятором.

Дренажні труби запобіжних пристроїв у місцях накопичення конденсату обладнані дренажними пристроями для зливу конденсату.

Обладнання необхідно негайно зупинити у таких випадках:

- якщо тиск у резервуарі піднявся вище допустимого значення і не зменшується, незважаючи на вжиті заходи;
- якщо виявляється несправність запобіжних пристроїв при підвищенні тиску;
- В пристрої або його елементах, що знаходяться під тиском, виявляються витіки вкладаща.
- у разі несправності манометра і неможливості визначити тиск на інших приладах;
- якщо рівень рідини в ємностях з прямим нагріванням опускається нижче допустимого рівня;

- у разі виходу з ладу всіх показників рівня рідини;
- у разі несправності запобіжників;
- у випадку пожежі, при якій на обладнання негайно здійснюється тиск

[21].

7 ЦИВІЛЬНИЙ ЗАХИСТ

Останнім часом в Україні спостерігається тенденція до збільшення ймовірності різних типів кризових ситуацій. З точки зору навколишнього середовища та техногенної безпеки, ця ситуація виникає через наслідки антропогенного впливу та перевантажень, які становлять загрозу економічному, соціальному та екологічному плані.

Через збільшення масштабів та наслідків аварій, катастроф та стихійних лих сьогодні актуальною проблемою є їх запобігання або встановлення системи раціональної та превентивної безпеки та мінімізація наслідків цих небезпечних подій.

Через кризи людського та природного характеру робота промислових підприємств, у тому числі підприємств харчової промисловості, значно ускладнена.

Це пов'язано насамперед із погіршенням техногенної ситуації, загостренням та сегрегацією економічних, соціальних та інших відносин, появою масштабних рятувальних та інших надзвичайних заходів та появою жертв, які потребують негайної медичної допомоги.

Цивільний захист - це функція держави, яка спрямована на захист людей, територій, навколишнього середовища та власності від кризових ситуацій шляхом запобігання таким ситуаціям, усунення їх наслідків та надання допомоги жертвам у мирний та надзвичайний час [32].

Цивільний захист в Україні створений та впроваджений для:

- реалізація державної політики щодо забезпечення безпеки та захисту людей та територій, матеріальних та культурних цінностей та навколишнього середовища від негативних наслідків кризових ситуацій у мирний та надзвичайний час;

- подолання наслідків кризових ситуацій, включаючи наслідки надзвичайних ситуацій за кордоном, відповідно до міжнародних договорів України, обов'язковість яких затверджена Верховною Радою України.

Основні завдання цивільної оборони включають:

- Збір та аналітична обробка інформації про кризові ситуації;
- прогнозування та оцінка соціально-економічних наслідків кризових ситуацій;

- Розробка та впровадження правових та інших нормативних актів, дотримання норм та стандартів у галузі цивільного захисту;

- створення, відновлення, утримання та раціональне використання матеріальних ресурсів, необхідних для запобігання кризовим ситуаціям;

- оперативне повідомлення населення про виникнення або загрозу кризової ситуації, своєчасна точна інформація про ситуацію та заходи щодо запобігання кризовим ситуаціям та подолання їх наслідків;

- Організація захисту населення та районів від кризових ситуацій, надання необхідної психологічної, медичної та іншої допомоги постраждалим;

- Проведення невідкладної роботи з ліквідації наслідків кризових ситуацій та організація життєзабезпечення постраждалого населення;
- Інформування громадськості про методи захисту в надзвичайних ситуаціях, небезпечних побутових або незвичних ситуаціях та про організацію навчальних курсів;
- міжнародне співробітництво у сфері цивільного захисту [32,33].

Для ефективного виконання завдань цивільного захисту щоб мінімізувати матеріальні втрати та завдану шкоду майну, матеріальним та культурним цінностям та навколишньому середовищу в надзвичайних ситуаціях, центральним та місцевим органам влади, органам місцевого самоврядування, їх підлеглими, компаніями, установами та організаціями, незалежно від власника, здійснюється:

- повідомлення та інформація;
- спостереження та лабораторний контроль;
- Захист в захисних конструкціях;
- евакуація;
- технічний захист;
- медичний захист;
- психологічний захист;
- біологічний захист;
- Охорона навколишнього середовища;
- Захист від радіації та хімічних речовин [33].

Захист харчової сировини, напівфабрикатів, готової продукції та води в харчовій промисловості є одним з головних завдань захисту населення підприємств харчової промисловості.

Незважаючи на відмінності між шкідливим впливом радіоактивних хімічних речовин, біологічні агенти мають багато спільного з біологічними методами захисту харчових продуктів. Вибір способу захисту визначається хімічним складом продукту, його кількістю та умовами зберігання. З метою підготовки підприємства до захисту від радіоактивних речовин та небезпечних хімічних речовин для кожного з них розробляється план захисту, який включає організаційні та технічні заходи.

Більшість із цих заходів потрібно виконувати під час будівництва, реконструкції, капітального та поточного ремонту компанії.

Заходи захисту харчових продуктів можна розділити на такі групи: організаційні, технічні, гігієнічні та профілактичні заходи.

Організаційні рішення є загальними для харчових компаній у всіх галузях.

Найважливіші з них:

- раціональне облаштування виробничих та складських приміщень на території компанії під час її будівництва;
- модернізація більш досконалих і щільних пристроїв;
- оснащення лабораторій найсучаснішим обладнанням для аналізу харчових продуктів щодо забруднення радіоактивними та хімічно токсичними речовинами;

- Навчання виробничого персоналу заходам та заходам із захисту харчових продуктів, а також сировини

- Контроль усіх захисних заходів та підготовка до дезінфекції.

В аварійних ситуаціях: Компанія приведена в повну готовність, у компанії встановлена суворая система доступу, готується захист важливих об'єктів, таких як системи водопостачання, пункти санітарного контролю, санітарні точки, дезінфікуючі засоби та матеріали.

Технічні заходи включають:

- опечатування виробничих та складських приміщень;
- Встановлення фільтруючих поглиначів у вентиляційні системи;
- монтаж пилових фільтрів та систем кондиціонування на виробничих потужностях;

- Герметизація технологічних пристроїв.

Методи реалізації технічних заходів багато в чому схожі. Тому для всіх галузей промисловості важливо герметизувати будівлі, приміщення та інші елементи виробничого комплексу.

Санітарно-профілактичні заходи включають:

- обов'язкове дотримання правил особистої гігієни робітників;
- Регулярний санітарно-гігієнічний контроль якості продукції, води та водопостачання;

- Дотримання чистоти будівель, підсобних приміщень та приладів згідно з гігієнічними нормами харчових компаній

- Підтримка чистоти приміщень компанії. Під'їзні шляхи, площі перед виробничими та складськими приміщеннями повинні бути вимощені під певним кутом, щоб забезпечити зливи та атмосферний потік води від будівель.

- Зберігання відходів у бетоні або в щільно упакованих (у металевих) коробках із щільно прилягаючими кришками. Сміття слід прибирати щодня. Використані ящики слід ретельно вимити та продезінфікувати 20% розчином вапняного молока або розчином хлорного вапна [33].

Контроль радіації та хімічних речовин є важливою частиною захисту населення та виробничого персоналу компаній. Він включає низку організаційно-технічних заходів щодо контролю радіаційного опромінення персоналу цивільної оборони, виробничого персоналу підприємств та широкого загалу, а також визначення рівня забруднення радіоактивними, небезпечними хімічними речовинами, технологічним обладнанням, продуктами харчування та сировиною, вода та інші матеріали. .

Відповідно до радіаційного та хімічного контролю проводяться такі заходи:

- Оцінка ефективності роботи персоналу цивільного захисту, виробничого персоналу підприємств та визначення порядку їх подальшого використання;

- первинна діагностика гострої радіаційної тяжкості та хімічних змін;
- Розробка систем радіаційного захисту для людини;

- Визначення потреб та гігієнічного обсягу людей, особлива обробка технологічних пристроїв, машин та інших матеріальних ресурсів;
- Визначення можливого використання сировини, напівфабрикатів та готової продукції з урахуванням радіаційного та хімічного забруднення.

Радіологічний та хімічний контроль організовується штабом роти та службами цивільного захисту і здійснюється командирами формувань та силами розвідувальних підрозділів (радіаційні групи та підрозділи, хімічна розвідка; загальнорозвідувальні групи та підрозділи; радіаційна розвідка, хімічні розвідувальні формування цивільний захист).

Хімічний контроль проводиться для визначення ступеня забруднення технологічних пристроїв, машин, сировини, напівфабрикатів, готової продукції, води, повітря та землі небезпечними хімічними речовинами [33].

Основний спосіб захистити їжу та воду від забруднення - ізолювати їх від навколишнього середовища. Тому вкрай важливо запечатати місце зберігання продуктів харчування та використовувати захисну упаковку.

Заходи щодо забезпечення захисту запасів сировини, напівфабрикатів та готової продукції від забруднення радіоактивними, сильними та токсичними речовинами та бактеріями:

- Будівництво складських приміщень і виробничих цехів з повною герметизацією;
- скласти плани підготовки до простого ущільнення складів та інших приміщень, які не повністю опечатані;
- Виробництво виробів та напівфабрикатів у герметичних контейнерах;
- Технічне обслуговування герметичних транспортних засобів для перевезення продуктів і вантажів. Склади мають мати належне розташування, завдяки такому розташуванню продукти легше захистити не тільки від зараження, але й від усіх інших небезпечних факторів [32,33].

ВИСНОВКИ ТА РЕКОМЕНДАЦІЇ

1. В процесі роботи було досліджено проблему дефектності м'ясного суслу і проаналізовано можливі причини дефектності м'яси та м'ясного суслу. Описано склад м'яси та вплив барвних речовин на життєдіяльність дріжджів.
2. Наведено ряд методів обробки м'ясного суслу з прогнозованим покращенням процесу бродіння. Виокремлено обробку сорбентами, наведено досвід інших країн у позитивному використанні бентоніту та активованого вугілля, сформовано методику обробки та хімічний склад використаних матеріалів.
3. Лабораторно досліджено використання бентонітової суспензії на м'ясне сусло. Відмічено результат у освітленні суслу а також значні втрати сухих речовин.
4. Підібрано АСД для зброджування м'яси замість ЧКД, тим самим скорочено технологічний процес. Досліджено реактивацію дріжджів з використанням електроактивованої води.
5. Наведено ряд досліджень впливу електроактивованої води на сусло з дефектної м'яси, та покращення його властивостей.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Біоконверсія меляси з використанням електрохімічно активної води / Л. Я. Паляниця, Н. І. Березовська, Р. Б. Косів, Н. О. Паньків // Цукор України. – 2014. – № 3 (99). – С. 25–26.
2. В. А. Маринченко, П. С. Цыганков, В. Н. Шве́ц и др. «Интенсификация спиртового производства» – К.: Техника, 1983. – 128 с.
3. Ващенко О.Ю. Удосконалення підготовки суслу в технології етилового спирту із цукровмісної сировини/ Ващенко О.Ю, О.Л Чепурна // Матеріали третьої міжнародної науково-практичної конференції «Інтеграційні та інноваційні напрямки розвитку харчової індустрії». Том II. — вид. ФОП Гордієнко Є.І., Черкаси, 2019 — с.7–9.
4. Вплив електрохімічної обробки м'ясного суслу в спиртовому виробництві на накопичення спирту і домішок / В. М. Ісаєнко, Т. О. Мудрак, Р. М. Крамаренко, М. В. Карпутіна, В. Ф. Семененко // Деп. в ГНТБ України, № 103. – УК 95, 16.01.1995. – К. – С. 6.
5. Вплив умов регідратації сухих дріжджів на їх активність / Л. Я. Паляниця, Н. І. Березовська, Р. Б. Косів, Н. О. Зуб // Chemistry, Technology and Application of Substance. — Lviv : Lviv Politechnic Publishing House, 2018. — Vol 1. — No 1. — P. 88–93.
6. Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною. ДСанПіН 2.2.4-171-10 / Наказ Міністерства охорони здоров'я України від 12 травня 2010 року N 400. Зареєстровано в міністерстві юстиції України 1 липня 2010 р. за N 452/17747.
7. Губенко, Н. Ю. Сучасні тенденції у розвитку спиртової та цукрової промисловості України [Електронний ресурс] / Н. Ю. Губенко, Г. К. Шматкова // Цукор України. – 2012. – № 11 (83). – С. 37–38. – Режим доступу до Електронного архіву Національного університету харчових технологій : <http://dspace.nuft.edu.ua/jspui/handle/123456789/4631>
8. Іванов С.В., Домарецький В.А., Прибильський В.Л. та ін. «Інноваційні технології продуктів бродіння та виноробства.» - Лист №1/11 – 14711 від 19.09.2012 р.
9. Карбамид. Технические условия: ГОСТ 2081-92. — М.: ИПК Изд-во стандартов, 2002. — 18 с. (Государственный стандарт СССР).
10. Кислота ортофосфорная. Технические условия: ГОСТ 6552-80. . — М.: ИПК Изд-во стандартов, 2008. — 9 с. (Межгосударственный стандарт).
11. Кислота серная техническая. Технические условия: ГОСТ 2184-77. — М.: Стандартинформ, 2006. — 21 с. (Межгосударственный стандарт).

12. Куц А.М., Кошова В.М. Технологія бродильних виробництв: Конспект лекцій з дисц. «Загальні технології харчової промисловості» для студ. ден. та заоч. форм навчання напряму підготовки 6.051701 «Харчові технології та інженерія». – К.: НУХТ, 2011. — 156 с.

13. Левандовський, Л. В. Особливості метаболізму дріжджів при їх рециркуляції в умовах спиртової ферментації м'ясного сусла / Л. В. Левандовський, М. В. Бондар // Мікробіологічний журнал. – 2016. – № 1. – С. 44–53.

14. Мальцев П.М. «Технология бродильных производств». –М.: Пищевая промышленность, 1980. – 560 с.

15. Маринченко, В. О. Особливості зброджування м'ясного сусла, одержаного з використанням електроактивування води у спиртовому виробництві / В. О. Маринченко, О. С. Субботка // Наукові праці Національного університету харчових технологій. – 2003. – № 14. – С. 73–74.

16. Мартиненко Н. Н. Рішення проблем реактивації сухих спиртових дріжджів / Н. Н. Мартиненко, В. В. Верченков, Л. В. Римарева // Виробництво спирту і лікергорілчатих напоїв. – 2007. – № 2. – С. 10–11.

17. М'яса бурякова. Технічні умови. ДСТУ 3696:98 (ГОСТ 30561-98). - [Чинний від 1998.01.01] – К. Держстандарт України 1998. – 21 с. – (Національний стандарт України).

18. Нахманович М.И. Реакции моносахаридов. – М.: Пищепромиздат, 1960. – 169с

19. Технологія спирту [Електронний ресурс]: лабораторний практикум для студентів освітнього ступеня «бакалавр» спеціальності 181 «Харчові технології» денної і заочної форм навчання /уклад. А.М. Куц, Т.О. Мудрак, С.І. Олійник та ін. – К.: НУХТ, 2017. – 167 с.

20. Основи охорони праці: підруч. / К.Н. Ткачук, М.О. Халімовський, В.В. Зацарний, та ін.; за ред. К.Н. Ткачука і М.О. Халімовського. – 2-ге вид., доп. та перероб. – К.: Основа, 2006. – 448 с.

21. Основи охорони праці: підруч. / М.П. Купчик, М.П. Гандзюк, І.Ф. Степанець та ін. // під ред. М.П. Купчика, М.П. Гандзюка. — К.: Основа, 2000. — 416 с.

22. Перетворення цукрів при дефекації соку та математичне обґрунтування процесів меланоїдиноутворення / П. П. Загородній, Л. М. Хомічак, І. В. Попова // Цукор України. - 2013. - № 1. - С. 12-16. - Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Cu_2013_1_4

23. Правила безпеки для спиртового та лікєро- горілочного виробництва. Затверджено наказом Державного комітету України по нагляду за охороною праці від 22.04.97 № 100. – К.: 1997.- 362 с

24. Про якість та безпеку харчових продуктів і продовольчої сировини : [закон України: від 23 грудня 1997 р. № 771/97-ВР] // Відомості Верховної Ради України. – 1998. - №19. – С.298.

25. Римарева Л. В. Технологические аспекты использования сухих дрожжей в производстве спирта / Л. В. Римарева, М. Б. Оверченко, Н. И. Игнатова // Производство спирта и ликероводочных изделий. – 2003. – № 1. – С. 15–16

26. Селеменев В.Ф., Рудаков О.Б., Славинская Г.В., Дроздова Н.В. Пигменты пищевых производств (меланоидины). Москва: ДеЛи принт, 2008. 246 pp.

27. Спирт етиловий ректифікований із меляси високоякісний. Технічні умови. ДСТУ 3099-95 [Чинний від 01.07.1996] – К. Держспоживстандарт України, 2015. – 13 с. – (Державний стандарт України).

28. Сумінська, Т. Меляса як сировина для виробництва етанолу і дріжджів. Здатність до бродіння / Т. Сумінська, Б. Гаєвник, В. Волинська // Цукор України. – 2017. – № 4 (136). – С. 18–21.

29. Технологія спирту: підруч. /В.О. Маринченко, В.А. Домарецький, П.Л. Шиян та ін.; за ред. В.О. Маринченка. – Вінниця: Поділля – 2000, 2003. – 496 с.

30. Технохимический контроль спиртового производства. Москва: Пищевая промышленность, 1974. 208 с.

31. Ткаченко, Л. В. Оптимізація складу сусла для вирощування дріжджів при використанні напівпродуктів цукрового виробництва / Л. В. Ткаченко, Н. В. Процан, М. С. Кирилук // Цукор України. – 2013. – № 4 (88). – С. 32–34.

32. Цивільний захист на підприємствах харчової промисловості: навчальний посібник; за заг. ред. Б.Д. Харулова. – К.: «Центр учбової літератури», 2015. – 192 с.

33. Цивільна оборона [Електронний ресурс]: методичні вказівки до виконання розділу дипломного проекту з цивільної оборони для студентів всіх спеціальностей денної та заочної форм навчання / уклад. О. В. Хіврич, В. А. Заєць. – К.: НУХТ, 2009. – 30 с. – Режим доступу: <http://library.nuft.edu.ua/ebook/file/219--08A.pdf>

34. Шиян П.Л., Сосницький В.В., Олійнічук С.Т. «Інноваційні технології спиртової промисловості. Теорія і практика.» - К.: Видавничий дім «Асканія», 2009. – 424 с.

35. Banerjee, Nirupama, Rakesh Bhatnagar, and L. Viswanathan, "Inhibition of glycolysis by furfural in *Saccharomyces cerevisiae*," // European journal of applied microbiology and biotechnology, Vol. 11, No. 4, 1981. pp. 226-228.
36. Borrelli R.C., Mennella C., Barba F., Russo M. et al. , "Characterization of coloured compounds obtained by enzymatic extraction of bakery products," // Food and Chem. Toxicology, Vol. 41, 2003.
37. Clarke M.A., "Colorant in raw sugar," // Proc.JSSCT, 1986. pp. 670–682.
38. Dankevych Ye. M., Dankevych V. Ye., Chaikin O. V. Ukraine agricultural land market formation preconditions. *Acta Universitatis Agriculturae et Silviculturae Mendelianae Brunensis*. 2017. Vol. 65, №. 1. P. 259–271.
39. Marta Bernal, María O.Ruiz, Ramona M.Geanta, José M.Benito, Isabel Escudero. Colour removal from beet molasses by ultrafiltration with activated charcoal. *Chemical Engineering Journal*. 2016. Vol. 283. P. 313-322.
40. Miljana Djordjevic, ZitaSereša, Tatjana Dosenovicb, Dragan Soronja-Simovic, Nikola Maravic, Dragana Kukicc, Ivana Nikolic, Marijan Djordjevic. Sugar beet molasses purification by bentonite addition: Analysis of quality enhancement and treatment conditions. *LWT - Food Science and Technology*. 2018. Vol. 93. P. 142-149.
41. Ramesh Ray, S Ramachandran. Chapter 4 - Status and Perspectives in Bioethanol Production From Sugar Beet. *Bioethanol Production from Food Crops*. 2019. P. 61-79.
42. SangeetaYadava, RamChandraa, VibhutiRai. Characterization of potential MnP producing bacteria and its metabolic products during decolourisation of synthetic melanoidins due to biostimulatory effect of d-xylose at stationary phase. *Process Biochemistry* Vol 46. 2011. P. 1774-1784
43. Somoza V., "Five years of research on health risks and benefits of Maillard reaction products: An update," // *Molecular Nutrition and Food Research*, Vol. 49, 2005. pp. 663–672.
44. Veronica P.Migo, Masatoshi Matsumura Ernesto, Del Rosario, Hiroshi Kataoka. The effect of pH and calcium ions on the destabilization of melanoidin. *Journal of Fermentation and Bioengineering*. Vol 76. 2013. P. 29-32.
45. Біопаливо — майбутнє цукрової галузі України [Електронний ресурс]: журнал Цукровий бізнес, №2 (4) // 05.2018 – Режим доступу: <http://www.ukrsugar.com/uk/post/biopalivo-majbutne-cukrovoi-galuzi-ukraini>